

Diagnóstico de la política científica,  
tecnológica y de fomento a la  
innovación en México (2000-2006)

## 4. Estudios complementarios, visibilidad de la ciencia

### Estudio 1. Resultados de investigación científica con visibilidad internacional: México (ISI - WOS, 1990-2004)

#### 1.1 México en el contexto latinoamericano

Durante el periodo 1990-2004, México publicó 67 mil 276 documentos lo que le convierte en el segundo país productor de co-

nocimiento de la región (gráfico 1). Esta producción corresponde con 0.59 por ciento de la mundial en 2004.

Gráfico 1. Evolución de la Aportación a la Producción Mundial

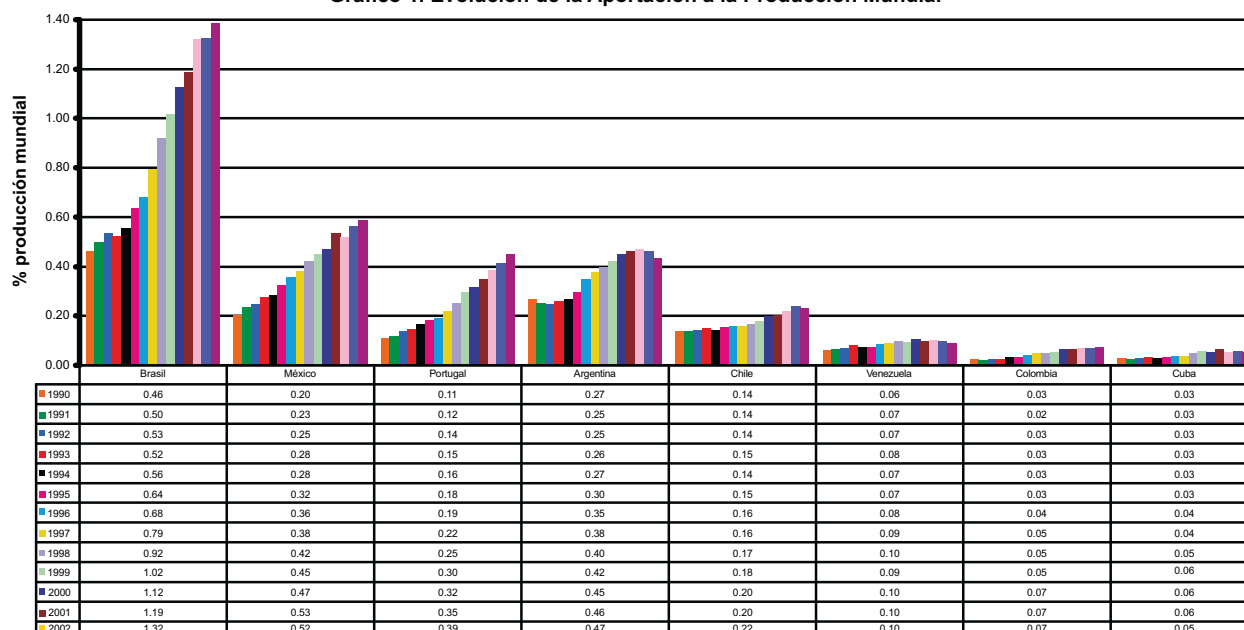
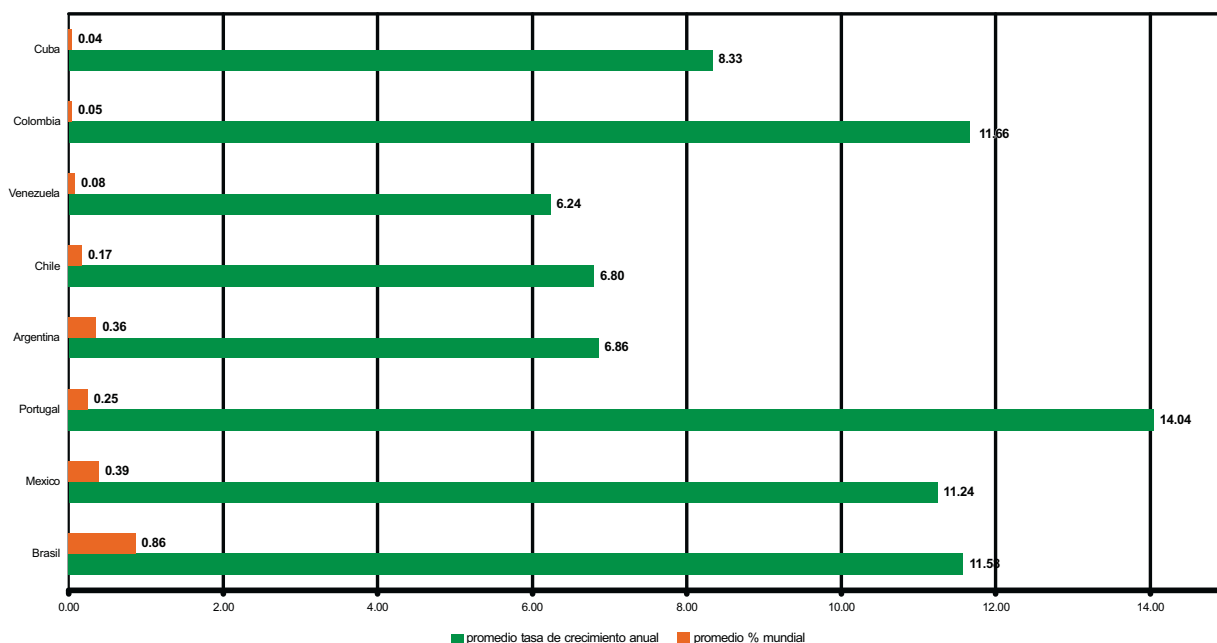


Gráfico 2. Tasa de Crecimiento Promedio Anual y Promedio del Porcentaje de la Producción Mundial



Aunque el aporte de México a la producción mundial ha crecido es inferior a la de Brasil. Sin embargo, las tasas medias de crecimiento entre 1990-2004 son semejantes. Si bien a principios de los años 90

México comenzó a acercarse a Brasil, desde mediados de esa misma década éste ha acelerado su ritmo, lo cual ha incrementado la brecha (Gráfico 3).

Gráfico 3. Tasa de Crecimiento por Series Temporales

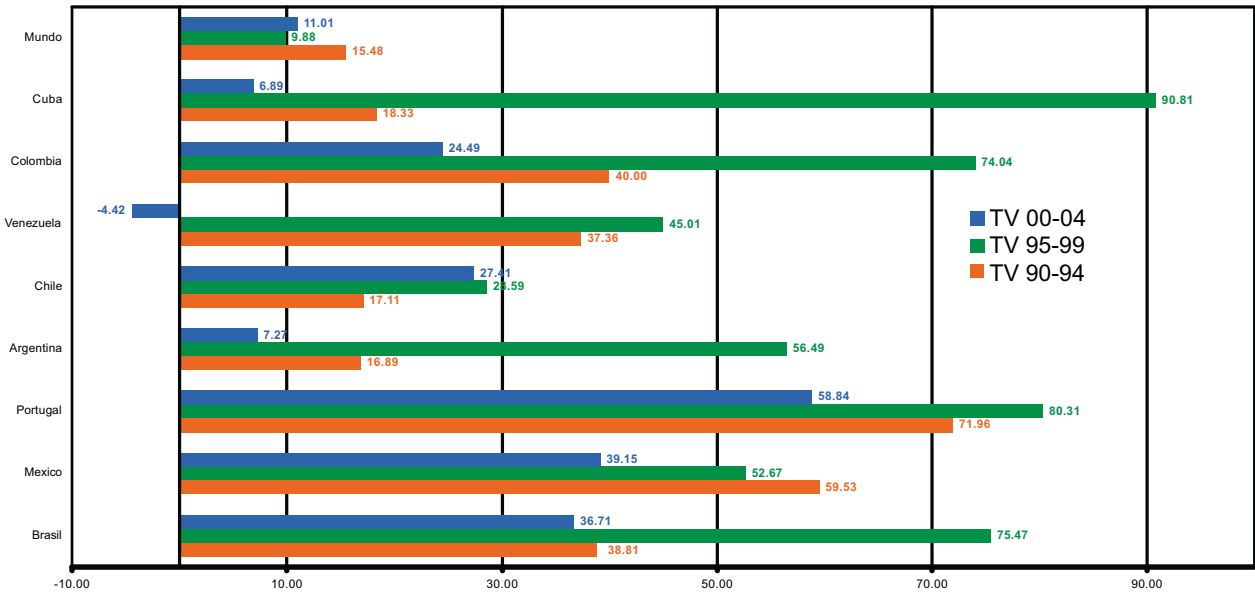
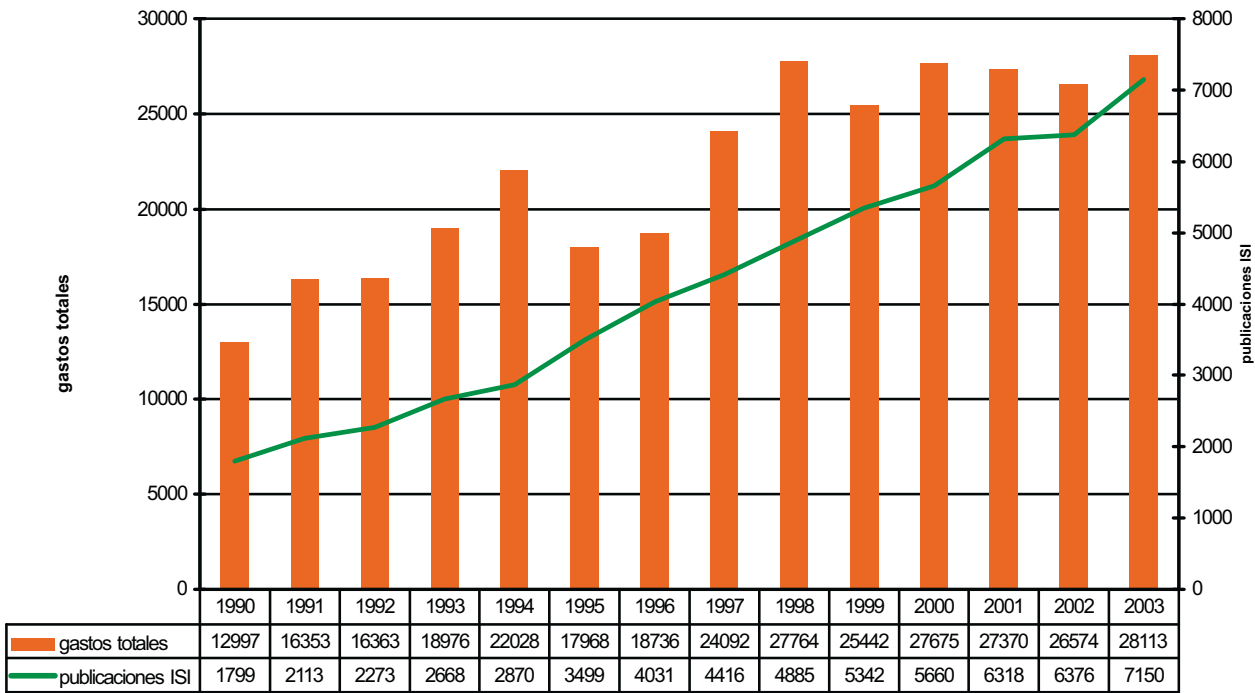
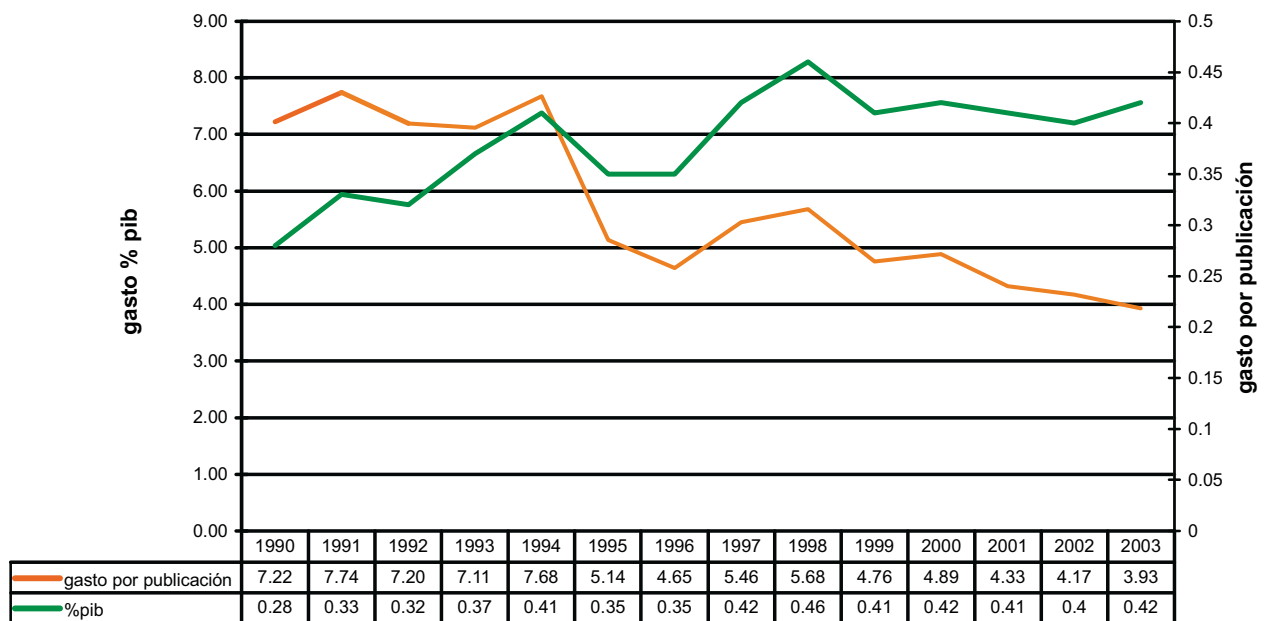


Gráfico 4. Evolución del Número de Publicaciones ISI y los Gastos Totales (millones de pesos 2003)



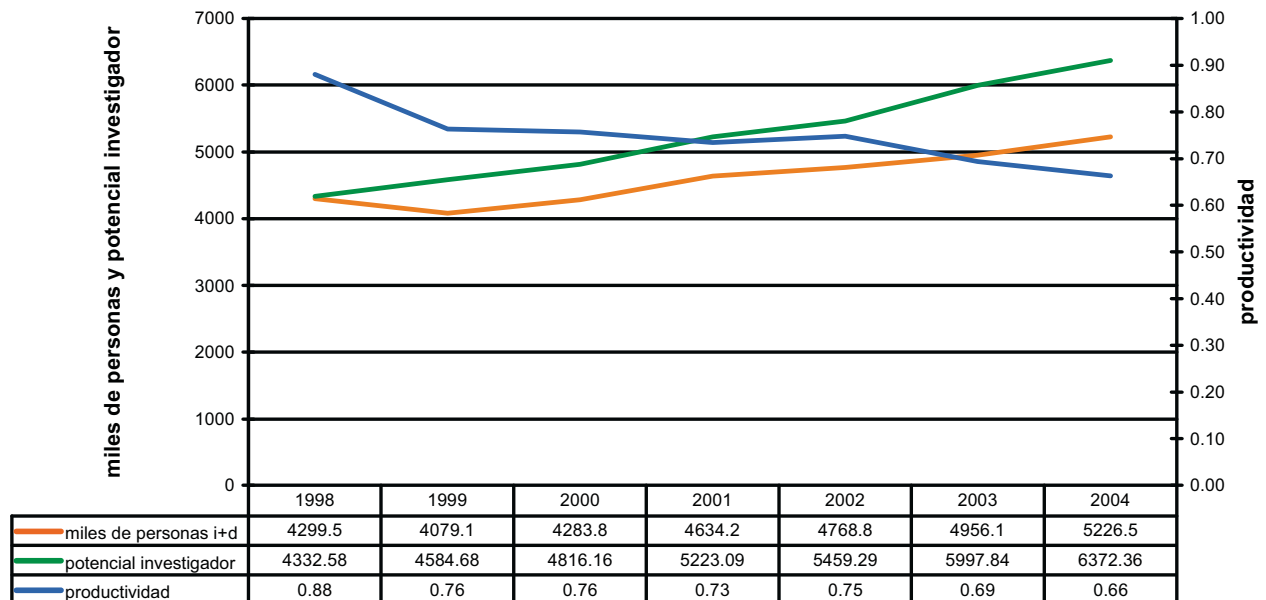
- Se observa una correlación constante entre el gasto en I+D y el número de publicaciones en revistas internacionales.

Gráfico 5. Evolución de la Inversión en % PIB y del gasto por publicaciones ISI



- A medida que ha aumentado el gasto en I+D y la masa crítica del sistema, se produce una reducción de costo unitario de las publicaciones.

Gráfico 6. Evolución del Personal, el Potencial y la Productividad



## Notas:

Gastos % PIB = millones de pesos 2003; Personas I+D = Población ocupada en actividades de Ciencia y Tecnología (RHCyTO) Fuente: Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas. México 2005, CONACYT (p.32).

Potencial Investigador (PI): representa la capacidad demostrada por un agregado, durante un periodo de tiempo, para hacer visibles internacionalmente los resultados de investigación, su cálculo matiza la información cualitativa con la cantidad de trabajos)

- A medida que el sistema avanza, se amplía la base de autores pero se reduce la productividad del sistema (número de artículos por autor)

## 1.2 Aspectos básicos sobre producción científica mexicana (1990-2004)

Tabla 1. Indicadores Básicos para la Producción ISI de México

Año	ndoc	% ndoc	TVI-ndoc	ndocc	% ndocc	TVI-ndocc	ndoc/ndocc	ndoc-col	% ndoc-col	finp	fir-mundo	pi	% pi	categorías	revistas
1990	1799	2.67		1447	2.57		80.43	743	1.93					185	799
1991	2113	3.14	17.45	1528	2.72	5.60	72.31	832	2.17					185	840
1992	2273	3.38	7.57	1807	3.21	18.26	79.50	953	2.48					197	921
1993	2668	3.97	17.38	2132	3.79	17.99	79.91	1229	3.20					203	972
1994	2870	4.27	7.57	2237	3.98	4.92	77.94	1327	3.45					192	1073
1995	3499	5.20	21.92	2779	4.94	24.23	79.42	1772	4.61	1.00	0.91	2734.35	5.88	206	1249
1996	4031	5.99	15.20	3347	5.95	20.44	83.03	1968	5.12	1.00	0.90	3296.81	7.09	206	1365
1997	4416	6.56	9.55	3739	6.65	11.71	84.67	2334	6.07	1.01	0.92	3698.19	7.95	200	1427
1998	4885	7.26	10.62	4332	7.70	15.86	88.68	2810	7.31	1.01	0.92	4332.58	9.31	202	1625
1999	5342	7.94	9.36	4636	8.24	7.02	86.78	3245	8.44	1.00	0.91	4584.68	9.86	205	1742
2000	5660	8.41	5.95	4800	8.53	3.54	84.81	3460	9.00	1.01	0.92	4816.16	10.35	210	1794
2001	6318	9.39	11.63	5245	9.32	9.27	83.02	3896	10.14	1.01	0.93	5223.09	11.23	219	1927
2002	6376	9.48	0.92	5460	9.71	4.10	85.63	4127	10.74	1.01	0.93	5459.29	11.74	221	1995
2003	7150	10.63	12.14	6136	10.91	12.38	85.82	4614	12.01	0.99	0.92	5997.84	12.89	221	2113
2004	7876	11.71	10.15	6634	11.79	8.12	84.23	5116	13.31	0.98	0.92	6372.36	13.70	221	2172
Totales	67276	100.00	337.80	56259	100.00	358.47	83.62	38426	100.00	1.00		46515.36	100.00	251	5224

Notas:

ndoc: producción total

%ndoc % respecto al total

TVI-ndoc: tasa de crecimiento

ndocc: producción primaria

%ndocc: % respecto producción primaria

TVI-ndocc: tasa de crecimiento documentos citables

ndoc/ndocc: porcentaje de producción primaria sobre la total

finp: factor de impacto ponderado normalizado

fir-mundo: factor de impacto relativo al mundo

pi: potencial investigador

%pi: % respecto al total de pi

categorías: número de categorías con producción

revistas: número de revistas en las que se publica

- Hay una tendencia preocupante: los nuevos investigadores que se incorporan al grupo de los que publican en revistas ISI tienen una productividad menor, lo que empuja a la caída de la productividad media de México.
  - El factor de impacto relativo de los trabajos en los que participan indicadores mexicanos es inferior en 10 por ciento a la media mundial.
  - Si bien publica más, no ha aumentado el impacto vía citas.
- ! México publica en nuevas áreas y en nuevas revistas en las que antes no publicaba

Gráfica 7. Evolución de la Producción Total, Producción Primaria y Potencial Investigador



Tabla 2. Producción y Visibilidad según Lengua de Publicación

Lengua	ndoc	% ndoc	ndocc	% ndocc	finp	pi	% pi
English	61224	91.00	51468	91.48	1.02	44232.49	95.09
Spanish	5690	8.46	4470	7.95	0.70	2124.44	4.57
French	218	0.32	188	0.33	0.79	99.04	0.21
Russian	70	0.10	64	0.11	0.69	31.80	0.07
German	38	0.06	34	0.06	0.79	11.92	0.03
Portuguese	30	0.04	29	0.05	0.60	14.32	0.03
Italian	2	0.00	2	0.00			
Czech	2	0.00	2	0.00			
Japanese	1	0.00	1	0.00	0.69	0.69	0.00
Hungarian	1	0.00	1	0.00	0.67	0.67	0.00
Totales	67276	100.00	56259	100.00	1.00	46515.36	100

Notas:

ndoc: producción total

%ndoc % respecto al total

ndocc: producción primaria

%ndocc: % respecto producción primaria

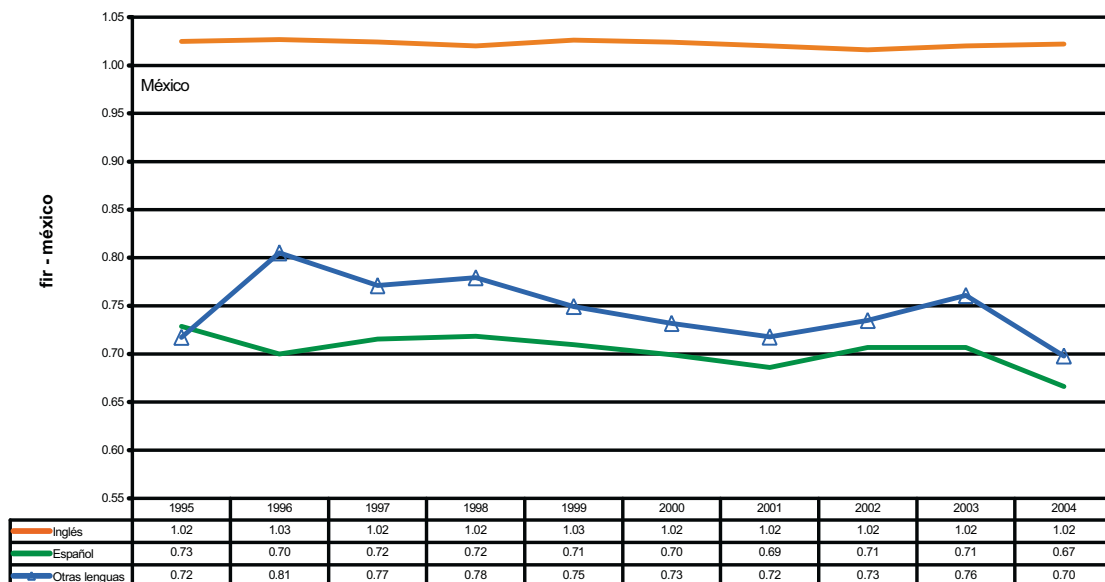
finp: factor de impacto ponderado normalizado

pi: potencial investigador

categorías: número de categorías con producción

revistas: número de revistas en las que se publica

Gráfico 8. Factor de Impacto Relativo según Lengua de Publicación



- Se usa el factor de impacto del Journal Citation Report.
- El factor de impacto de las publicaciones en español tiende a reducirse, y es 35 por ciento inferior al de las publicaciones en inglés.

Tabla 3. Producción por Tipo Documental y Tasa de Crecimiento Promedio Anual

Tipo Documental	ndoc	TCP	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Article	56259	11.67	1447	1528	1807	2132	2237	2779	3347	3739	4332	4636	4800	5245	5460	6136	6634
Meeting Abstract	5711	34.04	73	300	162	210	246	252	446	404	279	339	439	687	548	562	764
Review	1323	16.36	25	29	27	36	50	55	69	77	85	116	153	127	132	160	182
Letter	1210	3.29	62	71	67	57	62	71	75	75	88	110	114	99	80	92	87
Note	1028	-19.62	137	129	141	166	214	239	2								
Editorial Material	805	23.81	10	11	25	21	20	29	35	62	50	73	75	91	86	105	112
Book Review	639	8.36	37	31	27	33	26	56	39	46	33	48	48	47	48	60	60
Correction	96	13.28									11	9	13	13	12	18	20
Biographical-Item	42	51.76									2	3	9	4	5	9	10
News Item	32	56.16								2	3	7	5	4	1	3	7
Discussion	31	-6.11	4	10	4	6	5	2									
Correction, Addition	27	0.12				4	3	8	7	5							
Item About an Individual	25	0.00	3	2	3	2	2	6	6	1							
Reprint	15	1.85		1	1		1	1	3	2	2	1			1	2	
Fiction, Creative Prose	12	36.67	1	1	5	1	2		1				1				
Bibliography	9	-50.00						1	1				2		2	3	
Poetry	8	-100.00			3		2			3							
Software Review	2	-50.00											1	1			
Excerpt	1	0.00			1												
Hardware Review	1	100.00													1		
Total	67276		1799	2113	2273	2668	2870	3499	4031	4416	4885	5342	5660	6318	6376	7150	7876

Nota:

TCP= tasa de crecimiento promedio anual

ndoc= producción periodo

Gráfica 9. Relación entre Volumen de Producción y la Dispersión Temática

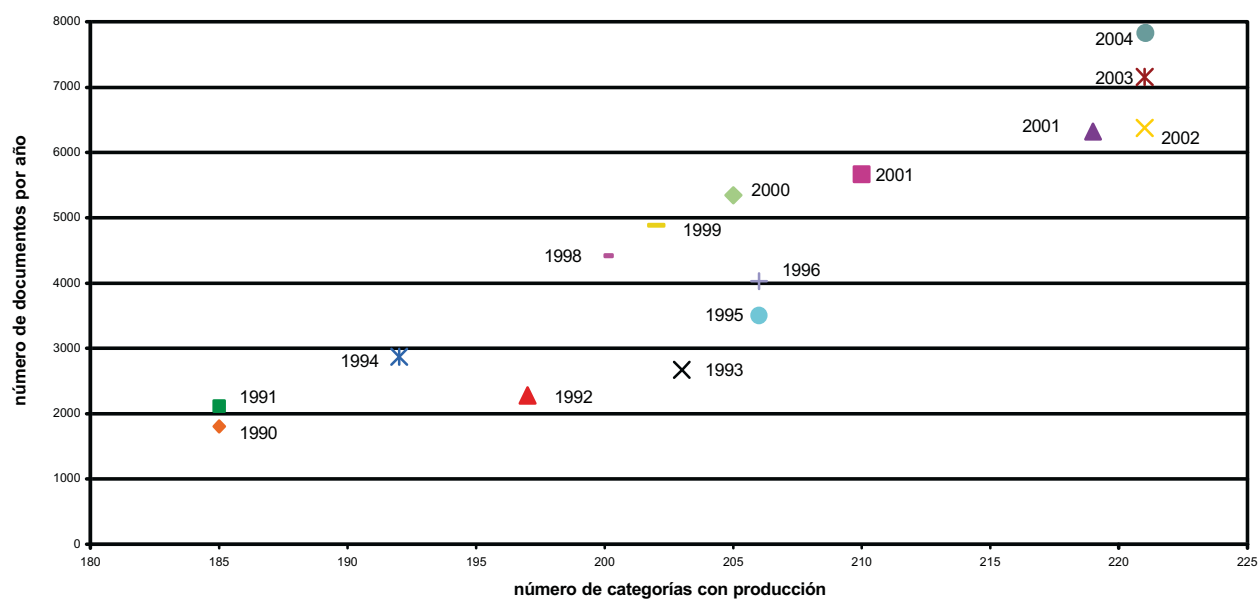
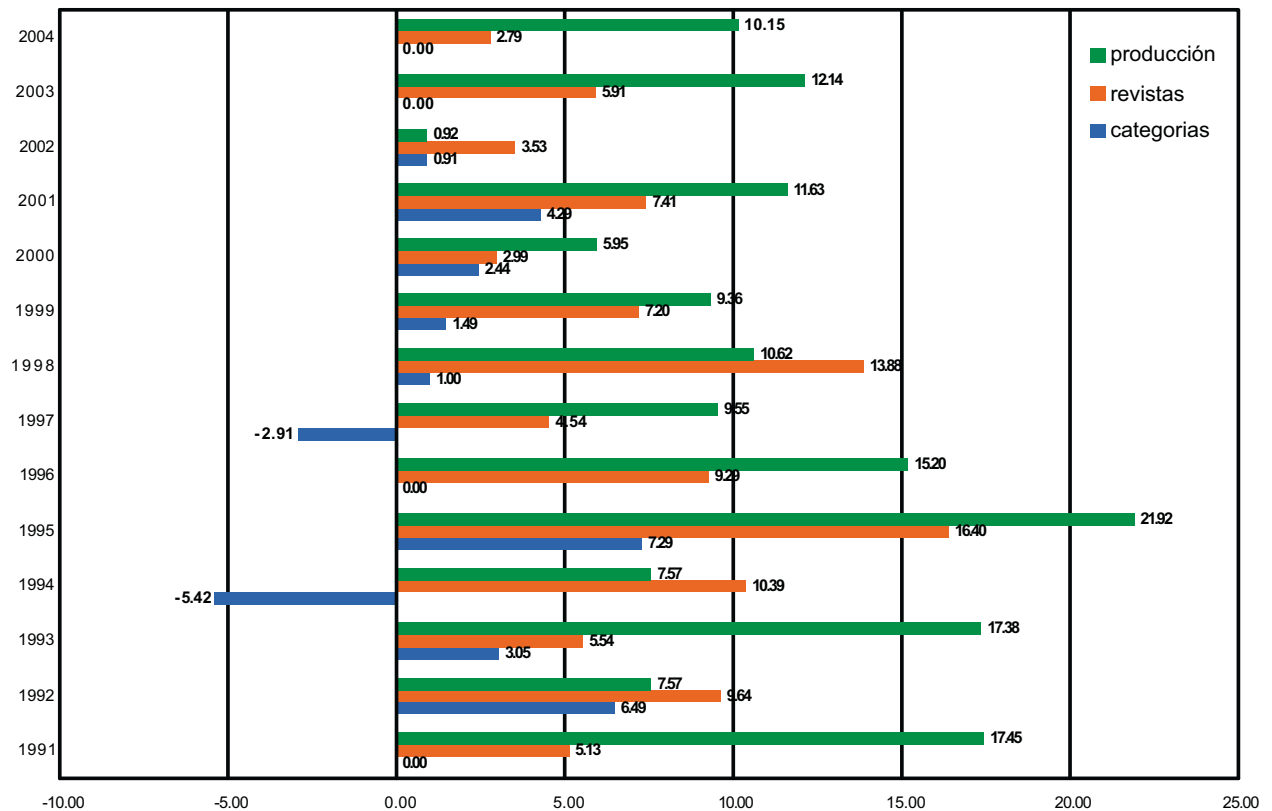
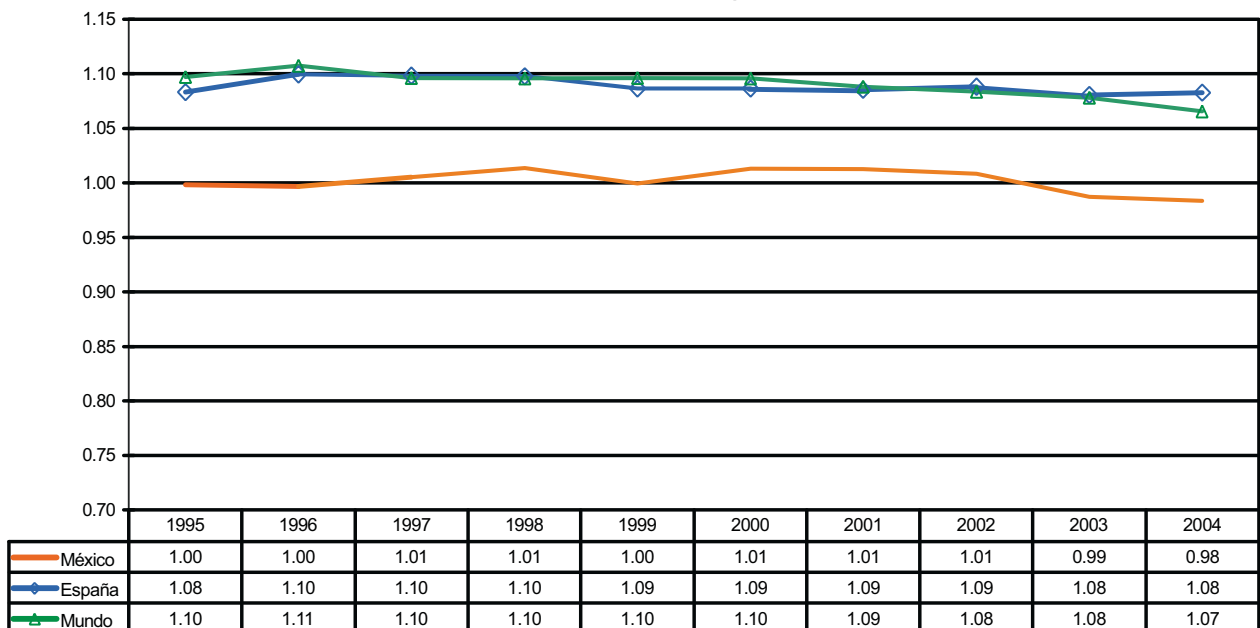


Gráfico 10. Tasa de Crecimiento del Número de Categorías, Revistas y Documentos



- La tasa de crecimiento de la producción científica, del número de revistas y de las categorías temáticas en las que se publica tiende a descender con el paso de los años.

Gráfico 11. Evolución del Factor de Impacto Normalizado



- Se usa el Factor de Impacto del Journal Citation Report normalizado, para permitir comparaciones.
- A lo largo del periodo México no mejora su factor de impacto, e incluso empeora ligeramente en los últimos años.



Gráfico 12. Evolución Anual del Factor de Impacto Relativo con Respecto al Mundo

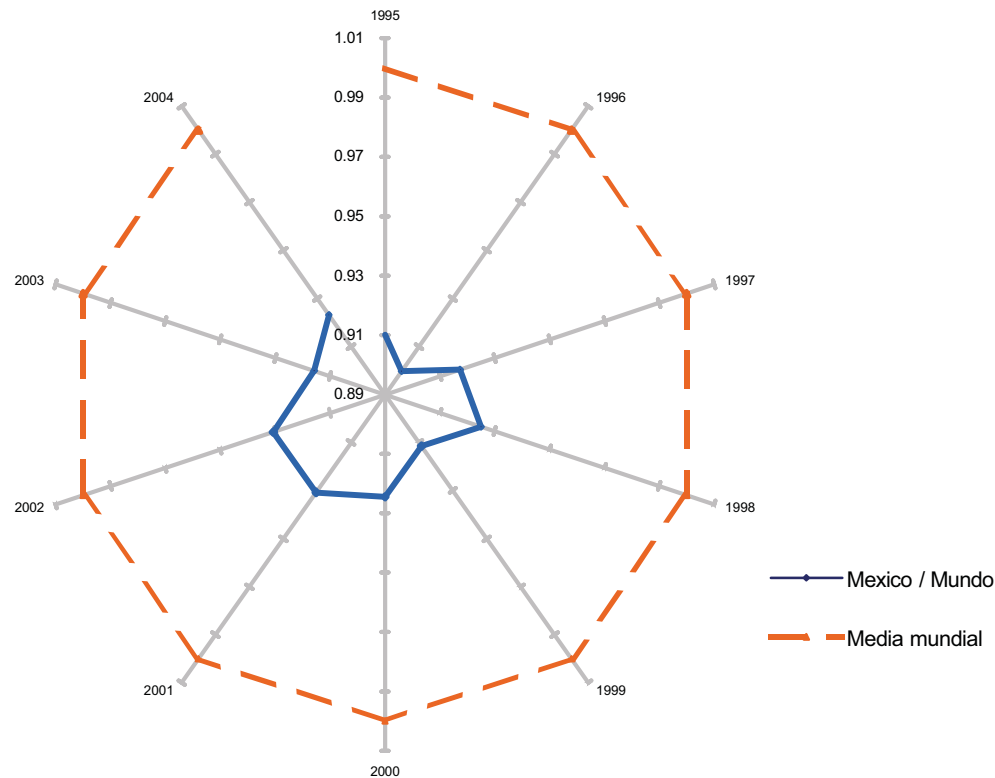
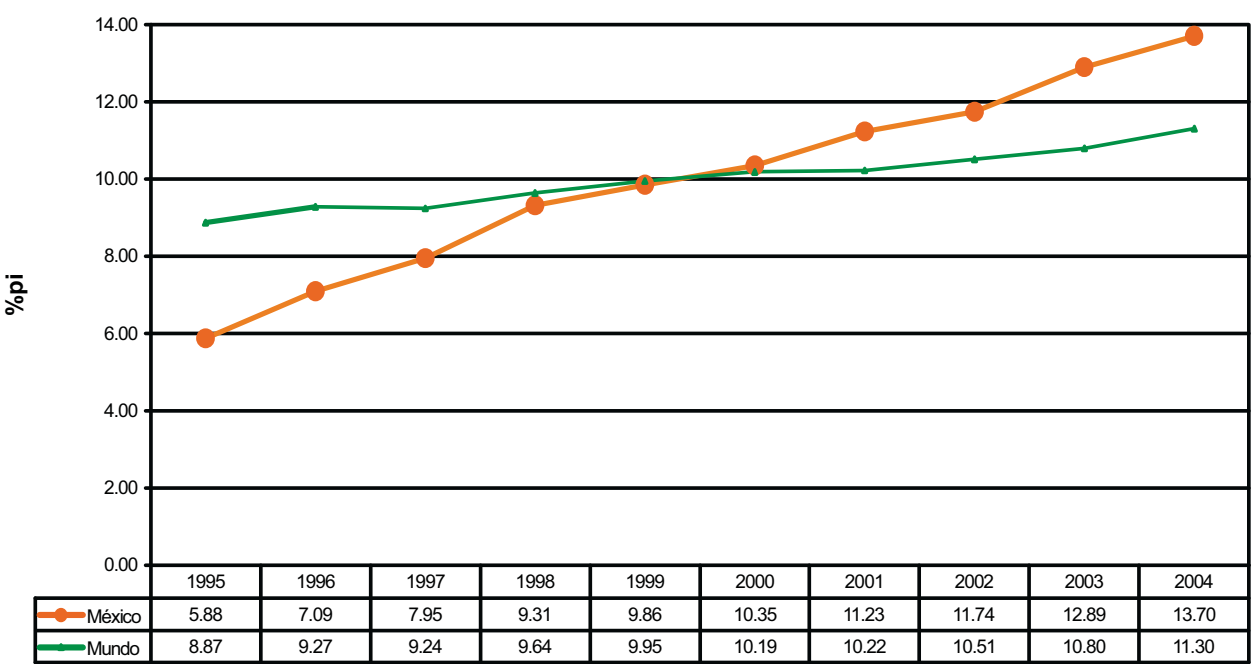


Gráfico 13. Evolución Anual del Potencial Investigador



- El indicador refleja la capacidad demostrada de hacer más visibles los resultados de investigación en el transcurso del tiempo, se combina cantidad de artículos y calidad de las revistas en las que se publica.
- México mejora su visibilidad a lo largo del tiempo.

### 1.3 Posición de México en el ranking mundial

FUENTE: NATIONAL SCIENCES INDICATORS

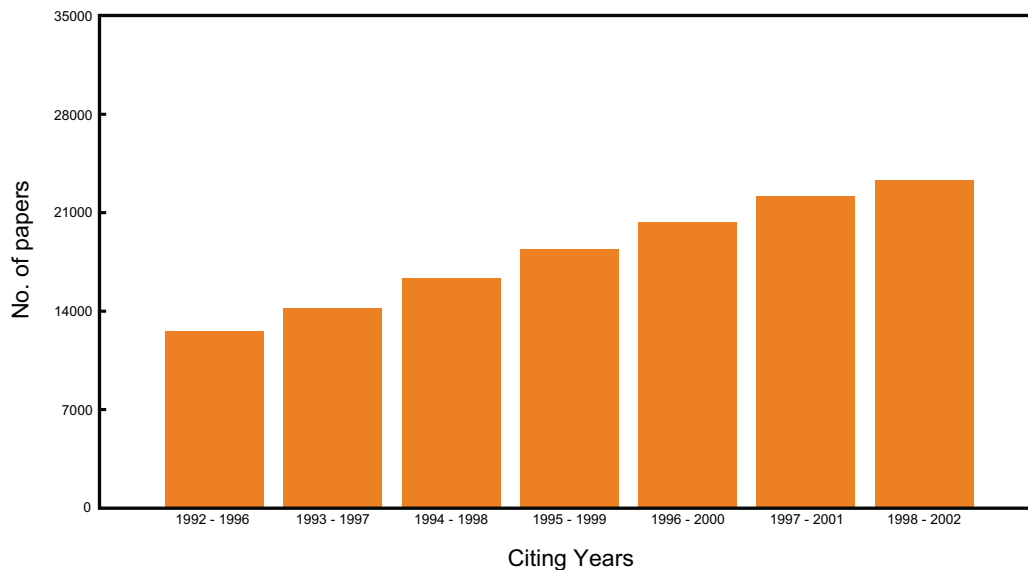
Tabla 4. Posición de México en el Ranking Mundial 2002

<b>Mexico</b> <b>Country Rankings in ALL Countries &amp; ALL Fields</b> Ranked by total citations - 151 Countries			
FIELD	PAPERS	CITATIONS	CITATIONS PER PAPER
Rank:	31	33	84
ALL FIELDS	38,089	157,922	4.15

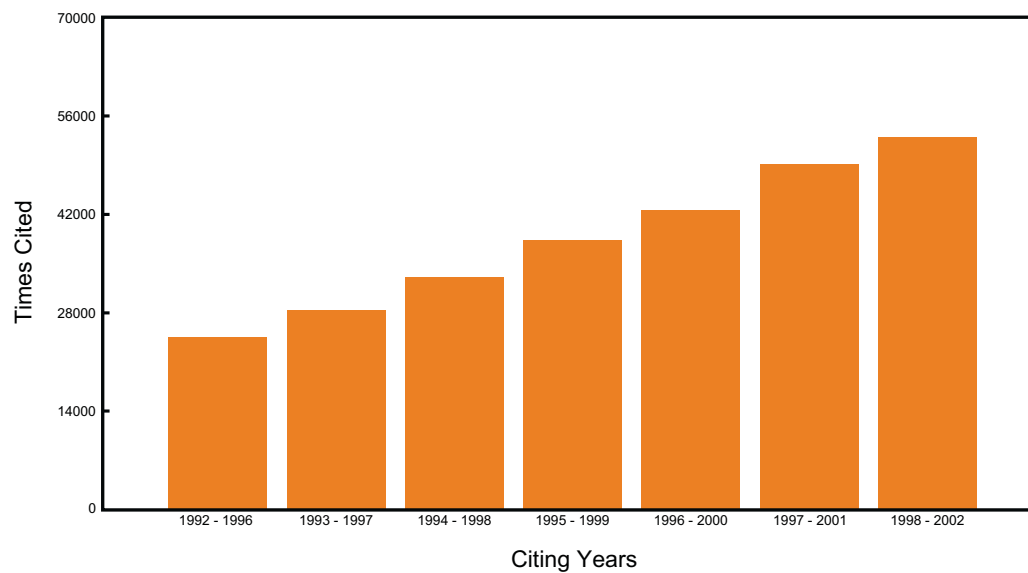
SOURCE (for rankings): ISI Essential Science Indicator's Web based product from the September 1, 2002 update covering a ten years plus six months period, January 1992-June 30, 2002

**Graphs for Mexico in ALL Countries & ALL Fields**  
 Ranked by total citations - 151 countries

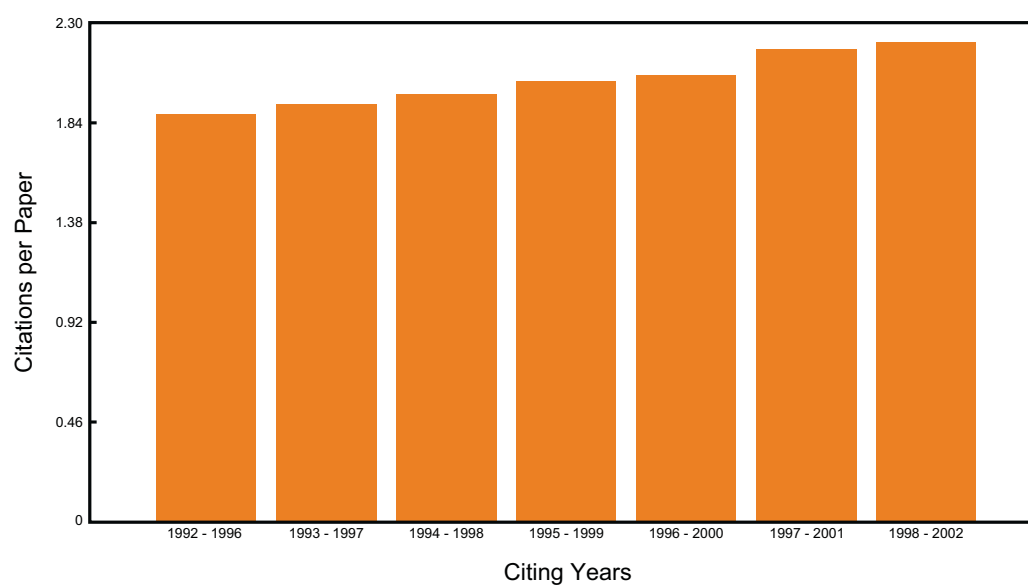
Number of Papers (In 5-year Intervals):



**Number of Citations (In 5-year Intervals):**



**Average Citations per Paper (In 5-year Intervals):**



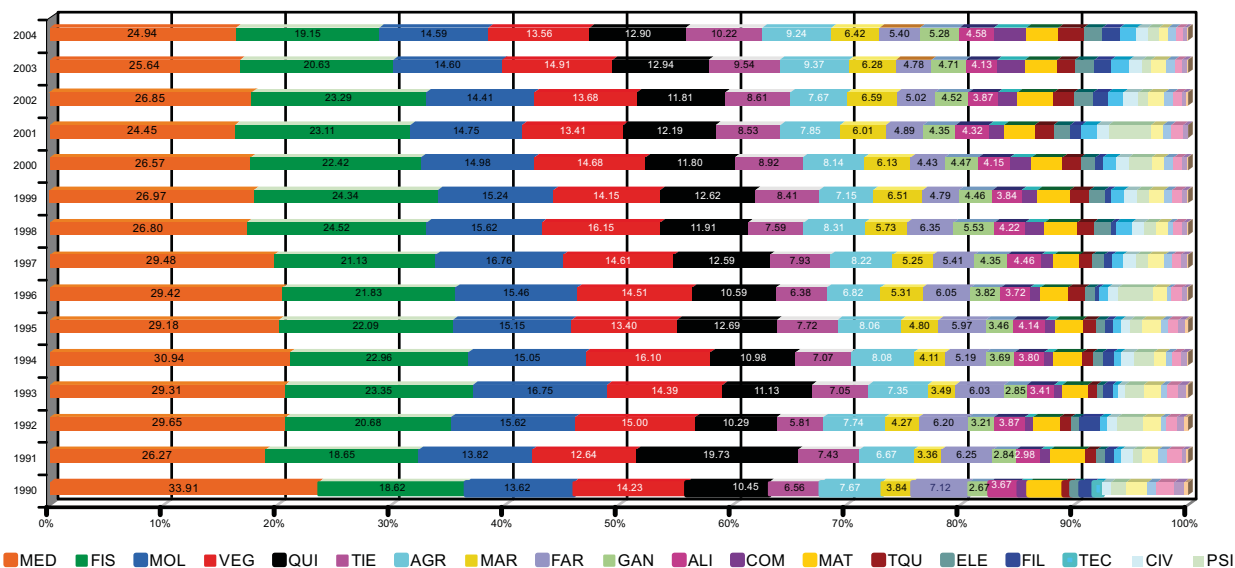
## 1.4 Distribución temática de la producción científica

### 1.4.1 Áreas temáticas

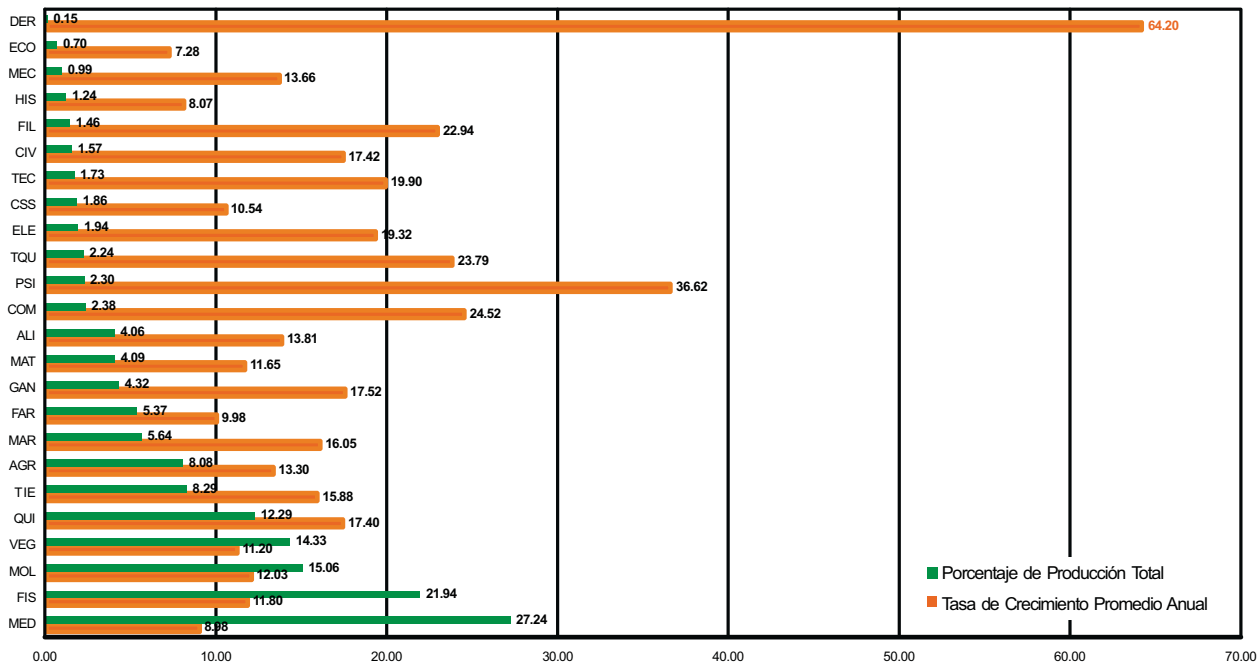
Tabla 5. Producción por áreas temáticas

Clases	México	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
AGR	5435	138	141	176	196	232	282	275	363	406	382	461	496	489	670	728
ALI	2731	66	63	88	91	109	145	150	197	206	205	235	273	247	295	361
CIV	1058	20	31	29	23	47	40	52	76	81	89	92	99	131	129	119
COM	1603	22	25	24	26	33	42	52	71	129	112	162	128	168	266	343
CSS	1252	48	40	52	58	44	88	68	95	73	105	94	99	139	150	99
DER	102		3	11	5	3	13	4			7		2	10		
ECO	469	23	14	20	28	24	28	25	39	30	36	38	37	40	47	40
ELE	1304	21	21	25	22	36	45	49	70	115	108	109	142	161	185	195
FAR	3616	128	132	141	161	149	209	244	239	310	256	251	309	320	342	425
FIL	980	29	26	56	30	41	31	24	47	32	41	56	94	125	164	184
FIS	14762	335	394	470	623	659	773	880	933	1198	1300	1269	1460	1485	1475	1508
GAN	2907	48	60	73	76	106	121	154	192	270	238	253	275	288	337	416
HIS	837	39	36	30	37	29	47	56	52	61	70	61	99	71		77
MAR	3792	69	71	97	93	118	168	214	232	280	348	347	380	420	449	506
MAT	2754	80	91	75	86	109	123	143	151	216	229	233	258	308	313	339
MEC	666	21	24	16	19	27	29	23	42	37	55	69	71	76		82
MED	18326	610	555	674	782	888	1021	1186	1302	1309	1441	1504	1545	1712	1833	1964
MOL	10133	245	292	355	447	432	530	623	740	763	814	848	932	919	1044	1149
PSI	1550	35	25	72	62	73	51	180	70	85	89	173	354	82		115
QUI	8266	188	417	234	297	315	444	427	556	582	674	668	770	753	925	1016
TEC	1161	19	16	22	19	27	40	44	64	106	94	101	125	133	173	178
TIE	5575	118	157	132	188	203	270	257	350	371	449	505	539	549	682	805
TQU	1505	18	28	33	29	38	57	85	72	110	140	135	153	172	170	265
VEG	9638	256	267	341	384	462	469	585	645	789	756	831	847	872	1066	1068
Total	67276	1799	2113	2273	2668	2870	3499	4031	4416	4885	5342	5660	6318	6376	7150	7876

Gráfico 14. Evolución de la Distribución Temática de la Producción en México

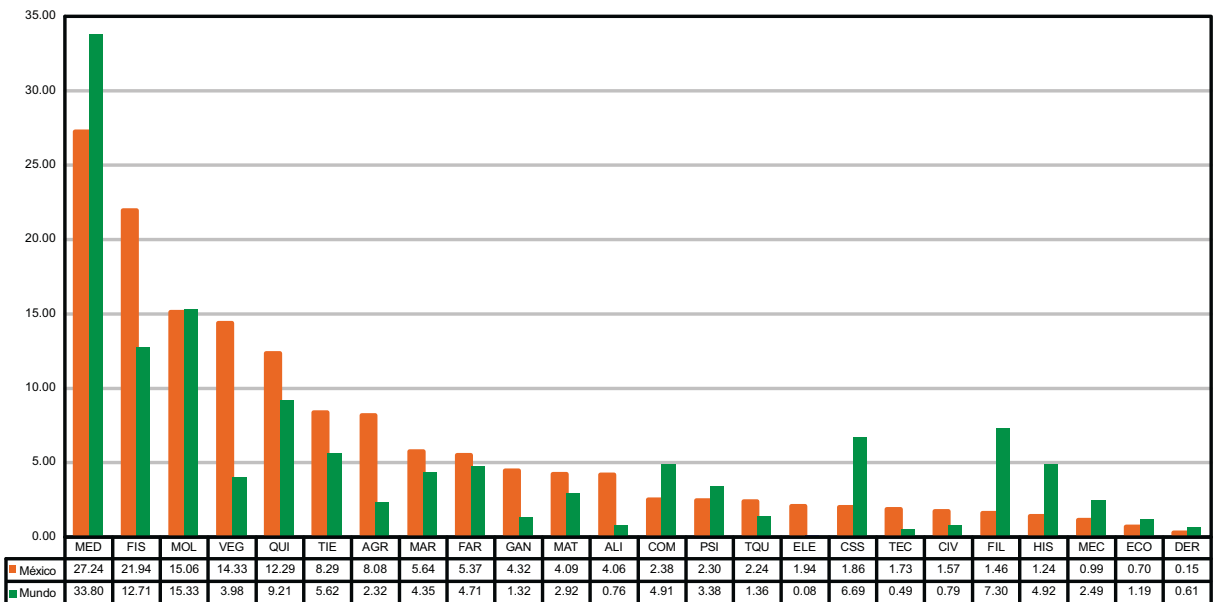


Gráfica 15. Tasa de Crecimiento Promedio Anual y Porcentaje de Producción Total



- Es importante considerar el porcentaje de la producción total y las tasas de crecimiento. Cuando el porcentaje es muy bajo se pueden alcanzar altas tasas con muy pocos artículos (e.g. derecho)
- Alto crecimiento 20-25 por ciento
  - ◇ Ciencias de la computación y tecnologías informáticas
  - ◇ Tecnologías químicas
  - ◇ Tecnologías electrónicas y de las comunicaciones
  - ◇ Ingeniería eléctrica, electrónica y automática
- Crecimiento importante 17 por ciento
  - ◇ Ganadería y pesca
  - ◇ Tecnología de los materiales
  - ◇ Química
  - En las ciencias sociales y humanidades destacan:
    - ◇ Psicología
    - ◇ Filosofía

Gráfico 16. Distribución Temática de la Producción en Distintos Dominios



- México tiene una especialización relativa respecto al mundo en:
  - ◇ Física
  - ◇ Biología vegetal y animal
  - ◇ Agricultura
  - ◇ Ganadería y pesca
  - ◇ Ciencias y tecnologías de los alimentos
  - ◇ Ingeniería eléctrica, electrónica y automática
- Baja especialización en:
  - ◇ Tecnología electrónica y de las comunicaciones
  - ◇ Medicina
  - ◇ Ciencias sociales
  - ◇ Humanidades
  - ◇ Ingeniería mecánica, naval y aeronáutica

Gráfica 17. Especialización Temática por Series Temporales

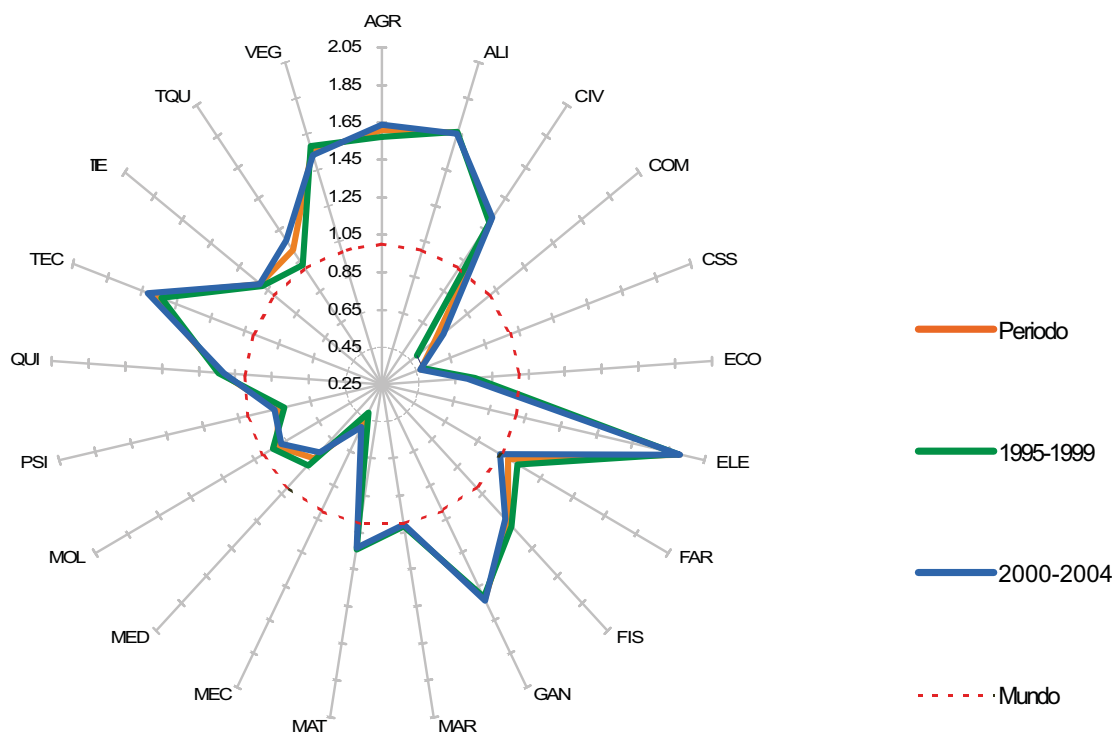
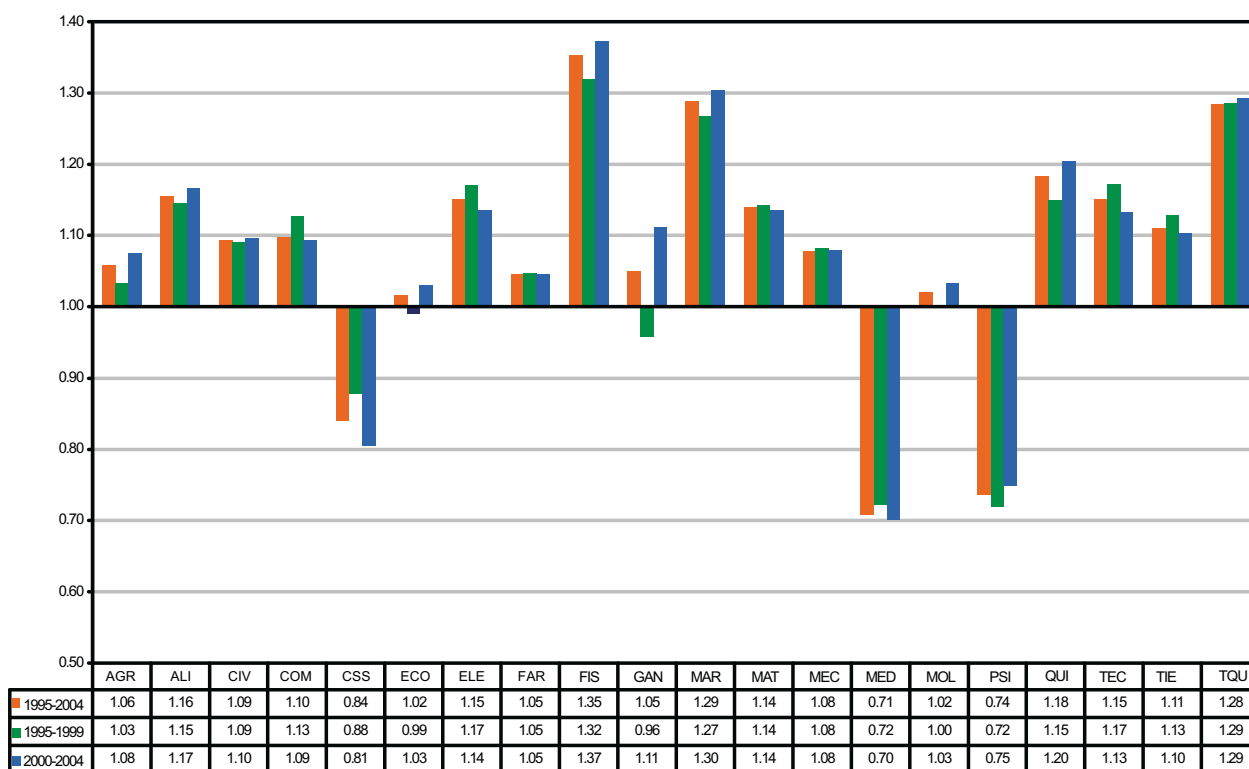
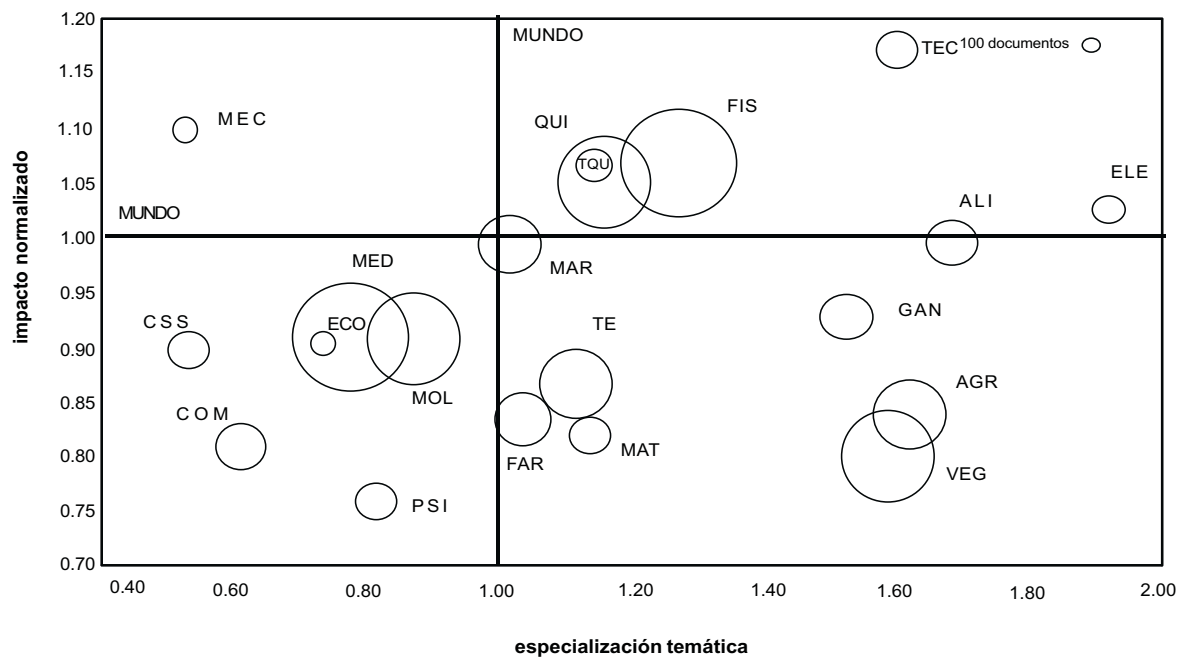


Gráfico 18. Relación Porcentaje de Potencial Investigador y el de Producción (Series Temporales)

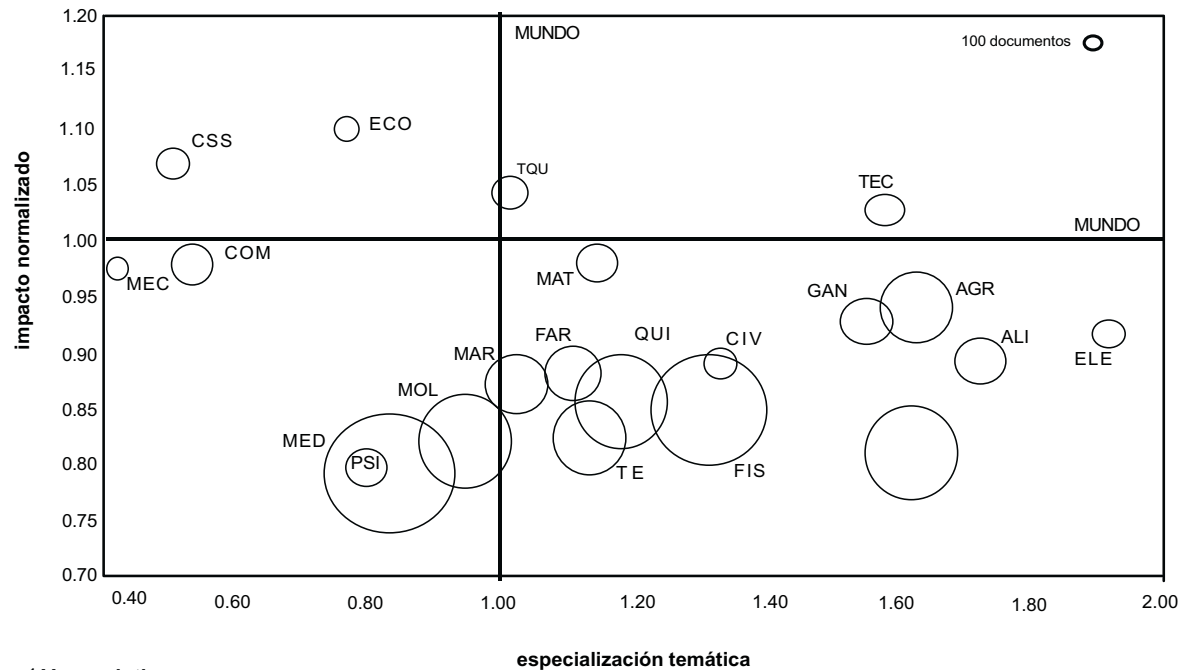


Gráfica 19. Posición de Producción de México con Respecto al Mundo (1995-2004)<sup>1</sup>



- Al combinar especialización temática respecto al mundo e impacto:  
Alta especialización temática y alto impacto
- Tecnología electrónica y de las comunicaciones
  - Ingeniería eléctrica, electrónica y automática
  - Física
  - Química
  - Tecnologías químicas
- Especialización temática y bajo impacto
- Agricultura
  - Ganadería y pesca
- Baja especialización y bajo impacto
- Medicina
  - Biología molecular, celular y genética
  - Ciencias sociales
  - Fisiología y farmacología
- Media mundial:  
Tecnología de materiales
- Biología vegetal y animal  
• Ciencias de la computación y tecnología informática  
• Matemáticas  
• Ciencias de la tierra

Gráfico 20. Posición de la Producción de México con Respecto al Mundo (1995- 1999)



<sup>1</sup> Ver evolutivo

Gráfico 21. Posición de la Producción de México con Respecto al Mundo (2000-2004)

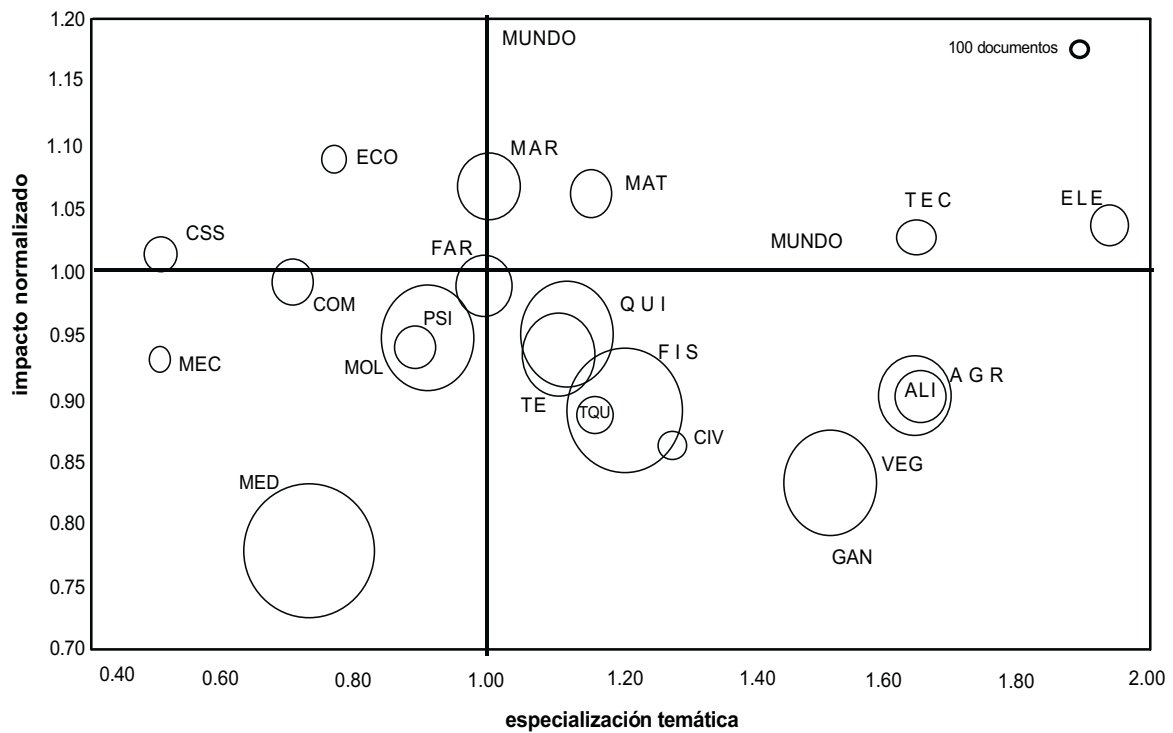


Tabla 6. México 1998-2002 Fuente: SCI\_BYTES

Fied	Percentage of papers from Mexico	Relative impact compared to world
Space Science	2.15	-9
Plant & Animal Science	1.28	-40
Physics	1.06	-37
Ecology/Environmental	1.03	-24
Agricultural Science	0.97	-25
Microbiology	0.89	-44
Materials Science	0.81	-24
Geosciences	0.76	-32
Pharmacology	0.73	-29
Mathematics	0.70	-34
<b>Mexico's overall percent share, all fields: 0.64</b>		
Biology/Biochemistry	0.63	-58
Chemistry	0.54	-41
Psychology/Psychiatry	0.48	-66
Engineering	0.47	-24
Social Sciences	0.46	-42
Immunology	0.46	-40
Neurosciences	0.46	-45
Molecular Biology	0.38	-55
Clinical Medicine	0.35	-37

SOURCE: National Science Indicator's, 1981-2000 (containing listings of output and citation statistics for more than 90 countries; available in standard and deluxe versions from the Research Services Group.

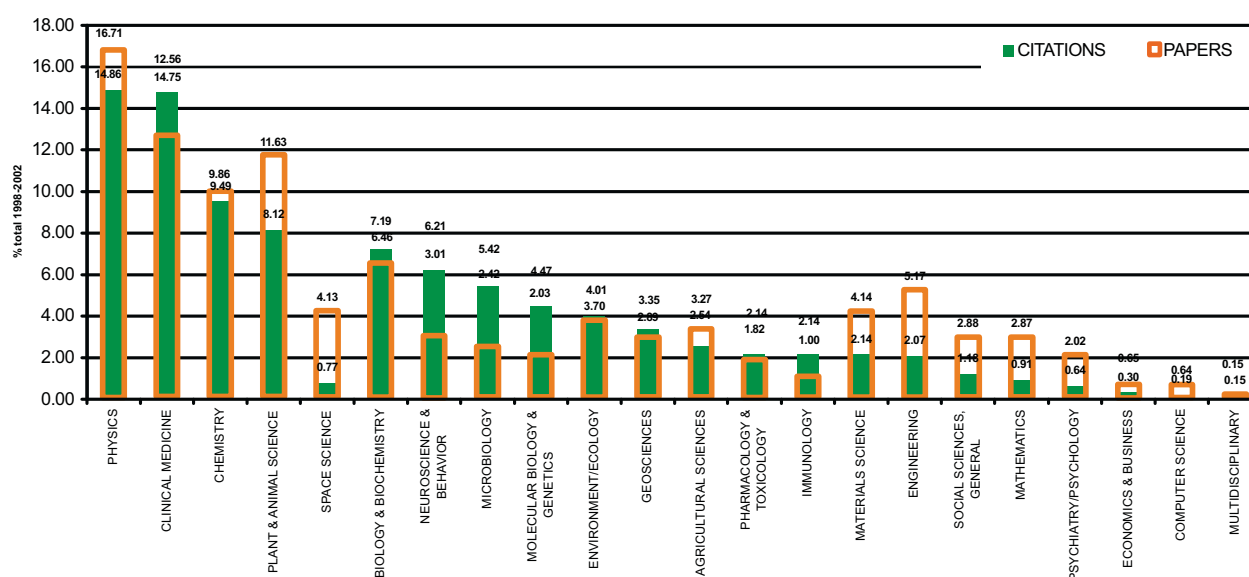


Tabla 7. Ranking por Áreas Temáticas: Documentos, Citas y Citas por Documento

Rank	PAPERS	Rank	CITATIONS	Rank	CITATIONS PER PAPER
1	PHYSICS	1	PHYSICS	1	MICROBIOLOGY
2	CLINICAL MEDICINE	2	CLINICAL MEDICINE	2	MOLECULAR BIOLOGY & GENETICS
3	PLANT & ANIMAL SCIENCE	3	CHEMISTRY	3	IMMUNOLOGY
4	CHEMISTRY	4	PLANT & ANIMAL SCIENCE	4	NEUROSCIENCE & BEHAVIOR
5	BIOLOGY & BIOCHEMISTRY	5	BIOLOGY & BIOCHEMISTRY	5	SPACE SCIENCE
6	ENGINEERING	6	NEUROSCIENCE & BEHAVIOR	6	PHARMACOLOGY & TOXICOLOGY
7	MATERIALS SCIENCE	7	MICROBIOLOGY	7	CLINICAL MEDICINE
8	SPACE SCIENCE	8	MOLECULAR BIOLOGY & GENETICS	8	GEOSCIENCES
9	ENVIRONMENT/ECOLOGY	9	ENVIRONMENT/ECOLOGY	9	BIOLOGY & BIOCHEMISTRY
10	AGRICULTURAL SCIENCES	10	GEOSCIENCES	10	ENVIRONMENT/ECOLOGY
11	NEUROSCIENCE & BEHAVIOR	11	AGRICULTURAL SCIENCES	11	MULTIDISCIPLINARY
12	GEOSCIENCES	12	PHARMACOLOGY & TOXICOLOGY	12	CHEMISTRY
13	SOCIAL SCIENCES, GENERAL	13	IMMUNOLOGY	13	PHYSICS
14	MATHEMATICS	14	MATERIALS SCIENCE	14	AGRICULTURAL SCIENCES
15	MICROBIOLOGY	15	ENGINEERING	15	PLANT & ANIMAL SCIENCE
16	MOLECULAR BIOLOGY & GENETICS	16	SOCIAL SCIENCES, GENERAL	16	MATERIALS SCIENCE
17	PSYCHIATRY/PSYCHOLOGY	17	MATHEMATICS	17	ECONOMICS & BUSINESS
18	PHARMACOLOGY & TOXICOLOGY	18	SPACE SCIENCE	18	SOCIAL SCIENCES, GENERAL
19	IMMUNOLOGY	19	PSYCHIATRY/PSYCHOLOGY	19	ENGINEERING
20	ECONOMICS & BUSINESS	20	ECONOMICS & BUSINESS	20	MATHEMATICS
21	COMPUTER SCIENCE	21	COMPUTER SCIENCE	21	PSYCHIATRY/PSYCHOLOGY
22	MULTIDISCIPLINARY	22	MULTIDISCIPLINARY	22	COMPUTER SCIENCE

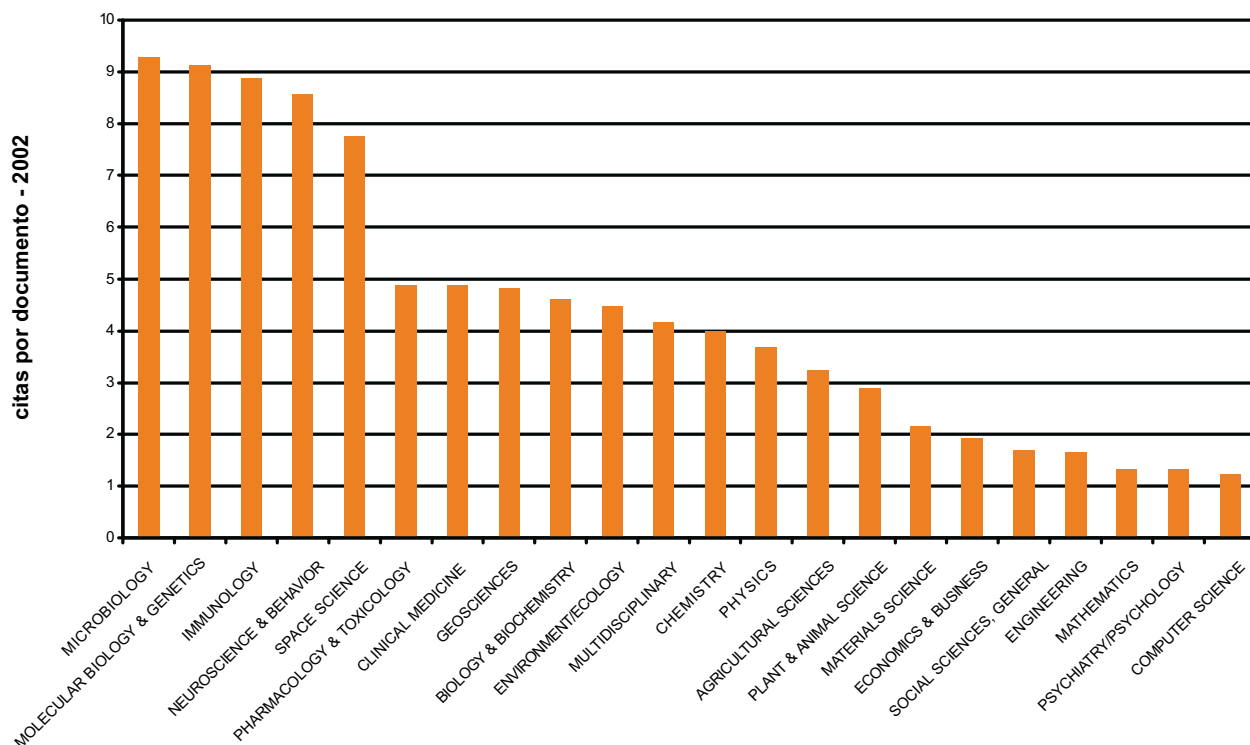
SOURCE (for rankings): ISI Essential Science Indicator's Web based product from the September 1, 2002 update covering a ten years plus six months period, January 1992-June 30, 2002.

Gráfico 22. Porcentaje de Documentos y de Citas por Campo Temático en el Periodo 1998-2002



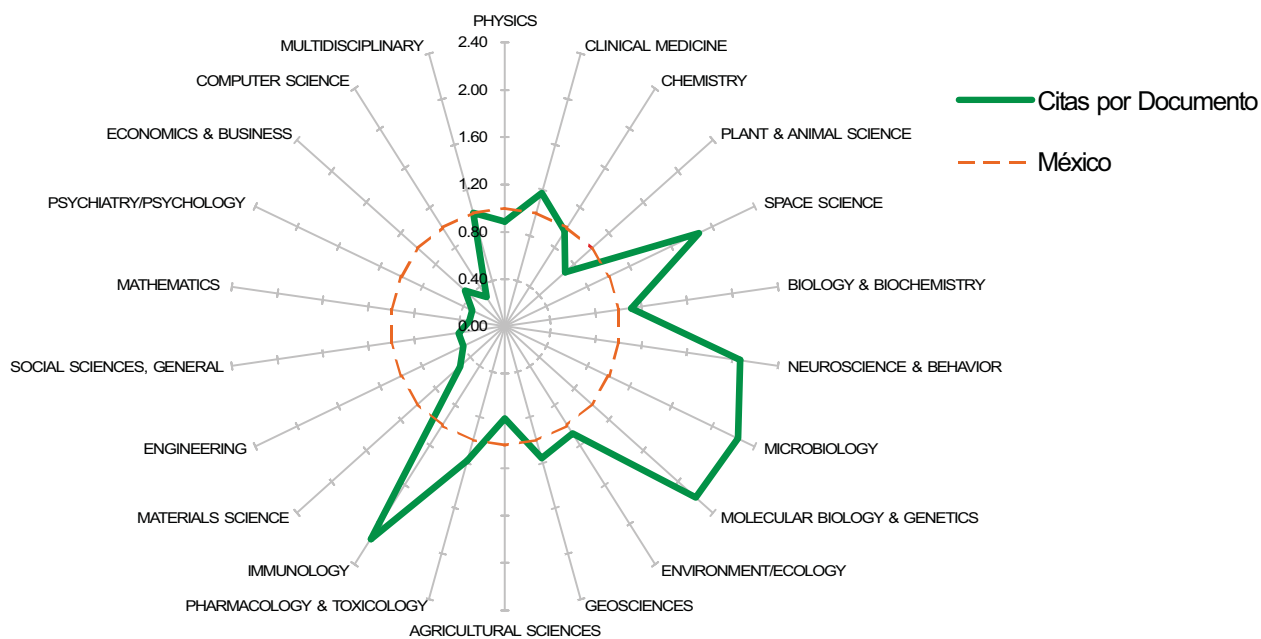
SOURCE (for rankings): ISI Essential Science Indicator's Web based product from the September 1, 2002 update covering a ten years plus six month period, January 1992-June 30, 2002.

Gráfico 23. Citas por Documento 2002



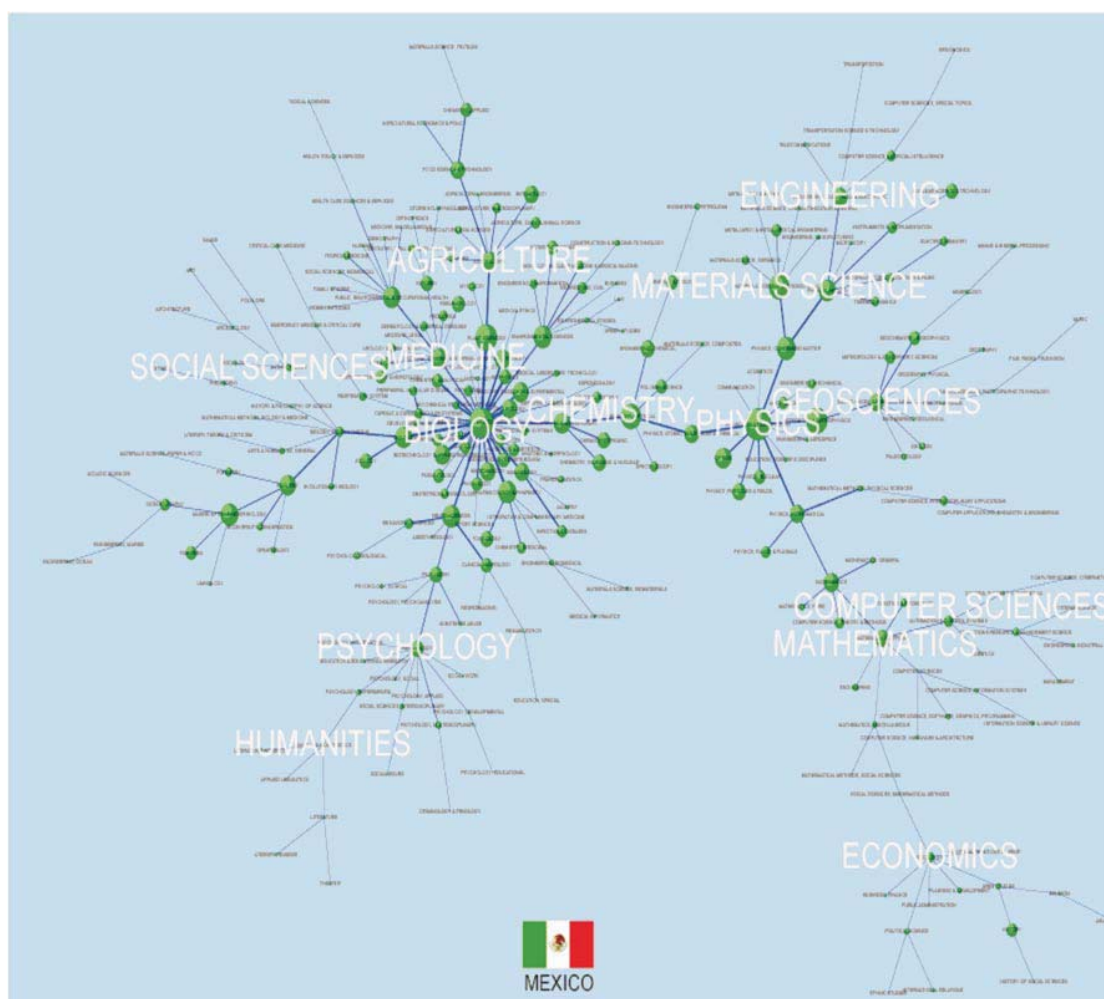
SOURCE (for rankings): ISI Essential Science Indicator's Web based product from the September 1, 2002 update covering a ten years plus six months period, January 1992-June 30, 2002.

Gráfico 24. Esfuerzo relativo al Número de Citas por Documento. México 1998-2002



SOURCE (for rankings): ISI Essential Science Indicator's Web based product from the September 1, 2002 update covering a ten years plus six months period, January 1992-June 30, 2002, y elaboración.

Mapa 1. Vertebración Temática de la Producción Mexicana por Categorías IS



## 1.4.2 Categorías temáticas ISI

Tabla 8. Evolución de la Producción por Categorías con más de 500 Documentos (1990-2004)

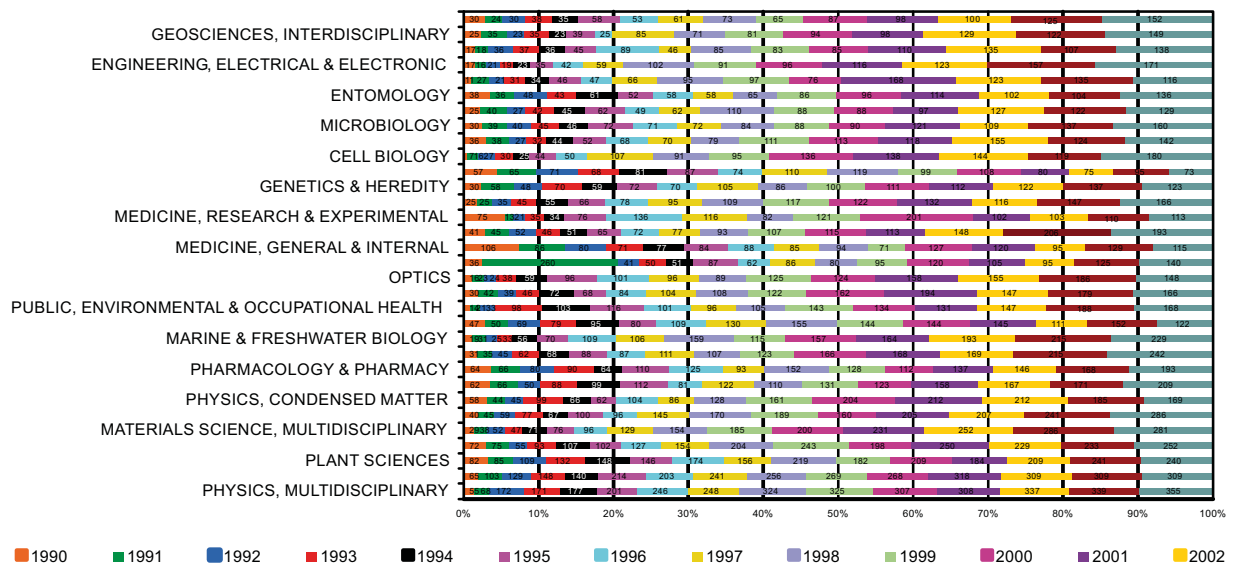
Categorías ISI	Total	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	TCPA
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	3633	55	68	172	171	177	201	246	248	324	325	307	308	337	339	355	19.39
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	3281	65	103	129	148	140	214	203	241	256	269	268	318	309	309	309	13.41
PLANT SCIENCES	2516	82	85	109	132	148	146	174	156	219	182	209	184	209	241	240	9.84
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2394	72	75	55	93	107	102	127	154	204	243	198	250	229	233	252	11.96
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	2127	29	38	52	47	71	76	96	129	154	185	200	231	252	286	281	20.21
CHEMISTRY, PHYSICAL	2087	40	45	59	77	67	100	96	145	170	189	160	205	207	241	286	16.62
PHYSICS, CONDENSED MATTER	1835	58	44	45	99	66	62	104	86	128	161	204	212	212	185	169	15.51
NEUROSCIENCES	1749	62	66	50	88	99	112	81	122	110	131	123	158	167	171	209	11.27
PHARMACOLOGY & PHARMACY	1728	64	66	80	90	64	110	125	93	152	128	112	137	146	168	193	11.31
ENVIRONMENTAL SCIENCES	1717	31	35	45	62	68	88	87	111	107	123	166	168	169	215	242	16.93
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	1681	19	31	25	33	56	70	109	106	159	115	157	164	193	215	229	24.30
BIOLOGY	1632	47	50	69	79	95	80	109	130	155	144	144	145	111	152	122	11.17
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	1598	14	21	33	98	103	116	101	96	105	143	134	131	147	188	168	29.31
PHYSICS, APPLIED	1563	30	42	39	46	72	68	84	104	108	122	162	194	147	179	166	16.62
OPTICS	1438	16	23	24	38	59	96	101	96	89	125	124	158	155	186	148	23.27
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	1433	36	260	41	50	51	87	62	86	80	95	120	105	95	125	140	53.09
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	1428	106	86	80	71	77	84	88	85	94	71	127	120	95	129	115	4.33
ECOLOGY	1424	41	45	52	46	51	65	72	77	93	107	115	113	148	206	193	13.96
MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	1338	75	13	21	35	34	76	136	116	82	121	201	102	103	110	113	21.03
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	1333	25	25	35	45	55	66	78	95	109	117	122	132	116	147	166	15.38
GENETICS & HEREDITY	1303	30	58	48	70	59	72	70	105	86	100	111	112	122	137	123	15.91
AGRICULTURE	1262	57	65	71	68	81	87	74	110	119	99	108	80	75	95	73	5.71
CELL BIOLOGY	1209	7	16	27	30	25	44	50	107	91	95	136	138	144	119	180	32.04
MATHEMATICS	1209	36	38	27	32	44	52	68	70	79	111	113	118	155	124	142	11.96
MICROBIOLOGY	1204	30	39	40	45	46	72	71	72	84	88	90	121	109	137	160	13.67
PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	1113	25	40	27	42	45	62	49	62	110	88	88	97	127	122	129	17.55
ENTOMOLOGY	1097	38	36	48	43	61	52	58	58	65	86	96	114	102	104	136	9.42
PHYSICS, MATHEMATICAL	1093	11	27	21	31	34	46	47	66	95	97	76	168	123	135	116	29.76
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	1088	17	16	21	19	23	35	42	59	102	91	96	116	123	157	171	20.90
IMMUNOLOGY	1067	17	18	36	37	36	45	89	46	85	83	85	110	135	107	138	22.82
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	1034	25	35	23	35	23	39	25	85	71	81	94	98	129	122	149	26.26
FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	1029	30	24	30	38	35	58	53	61	73	65	87	98	100	125	152	13.71
PSYCHOLOGY	977	14	12	58	32	44	26	152	38	44	45	117	297	24	27	47	75.61
MATHEMATICS, APPLIED	967	18	23	24	24	30	32	41	61	65	84	88	106	148	113	110	16.74
CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR	945	18	18	20	28	38	67	58	76	76	87	76	113	94	75	101	14.94
PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	936	13	24	33	28	34	43	40	57	79	87	96	107	114	80	101	18.28
ENGINEERING, CHEMICAL	884	6	15	21	12	16	23	42	36	62	85	89	90	113	97	177	32.24
CHEMISTRY, ORGANIC	877	25	26	35	20	37	53	42	64	66	66	63	81	84	104	111	16.18
PSYCHIATRY	863	36	30	31	37	40	44	66	62	56	78	55	61	72	84	111	8.75
RHEUMATOLOGY	858	21	28	59	38	26	57	54	70	77	34	42	47	78	101	126	23.50
TOXICOLOGY	848	32	27	32	37	45	39	43	69	52	65	63	70	73	112	89	12.59
SURGERY	780	24	28	36	18	30	27	58	44	79	79	77	55	72	59	94	15.68
ZOOLOGY	778	20	14	24	25	32	42	46	43	70	77	71	70	70	88	86	15.17
NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	769	24	40	26	58	31	58	59	43	65	74	28	68	80	55	60	23.23
ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	767	21	18	24	18	24	41	33	50	51	54	58	86	80	99	110	16.20
BIOPHYSICS	715	27	24	17	29	33	26	38	59	50	59	69	56	64	68	96	11.21
ENERGY & FUELS	698	15	27	12	15	27	25	23	34	56	55	50	86	64	79	130	21.97
PHYSICS, NUCLEAR	695	16	31	17	24	23	44	38	33	63	71	53	87	77	54	64	19.32
GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	668	20	16	19	31	26	39	38	46	39	50	57	58	61	96	72	15.81
CLINICAL NEUROLOGY	658	21	21	20	24	21	38	27	29	35	51	49	47	71	86	118	14.83
PARASITOLOGY	646	17	14	15	22	19	36	37	32	69	50	55	73	61	67	79	17.34
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	644	13	14	32	37	80	29	29	47	61	51	44	49	87	30	41	22.27
WATER RESOURCES	641	2	9	11	5	12	16	17	40	46	55	71	80	70	82	125	54.89
FISHERIES	631	4	10	11	10	15	14	29	32	61	52	55	61	78	95	104	34.92
HISTORY	625	33	28	21	29	22	40	40	37	39	48	34	82	51	57	64	12.51
PHYSIOLOGY	620	27	36	21	26	33	30	45	51	61	37	37	40	49	59	68	9.84
POLYMER SCIENCE	617	13	16	20	20	21	37	50	46	41	53	49	51	52	61	87	14.66
CHEMISTRY, APPLIED	616	6	8	12	16	16	29	25	30	47	56	50	69	63	80	109	25.04
CHEMISTRY, ANALYTICAL	615	11	11	17	28	24	49	44	49	56	52	42	65	53	57	57	18.62
NUTRITION & DIETETICS	576	19	19	27	17	24	36	32	57	38	38	46	60	42	49	72	12.93
OPHTHALMOLOGY	552	4	12	22	21	32	32	58	43	8	11	52	58	77	63	59	57.04
HEMATOLOGY	547	7	7	7	31	25	37	44	40	55	50	45	42	57	49	51	31.90
METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	542	11	10	10	14	18	31	34	31	41	51	40	57	54	58	82	16.33
METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES	527	8	22	13	22	16	21	17	36	38	41	43	60	52	59	79	27.54
OCEANOGRAPHY	525	5	11	9	17	18	12	18	35	49	38	54	51	49	89	70	33.81
VETERINARY SCIENCES	513	11	13	16	13	18	16	25	34	59	38	43	45	51	52	79	16.40
ONCOLOGY	504	6	12	17	15	10	22	23	31	30	36	33	41	66	62	100	26.42

(tcpa=tasa de crecimiento promedio anual)

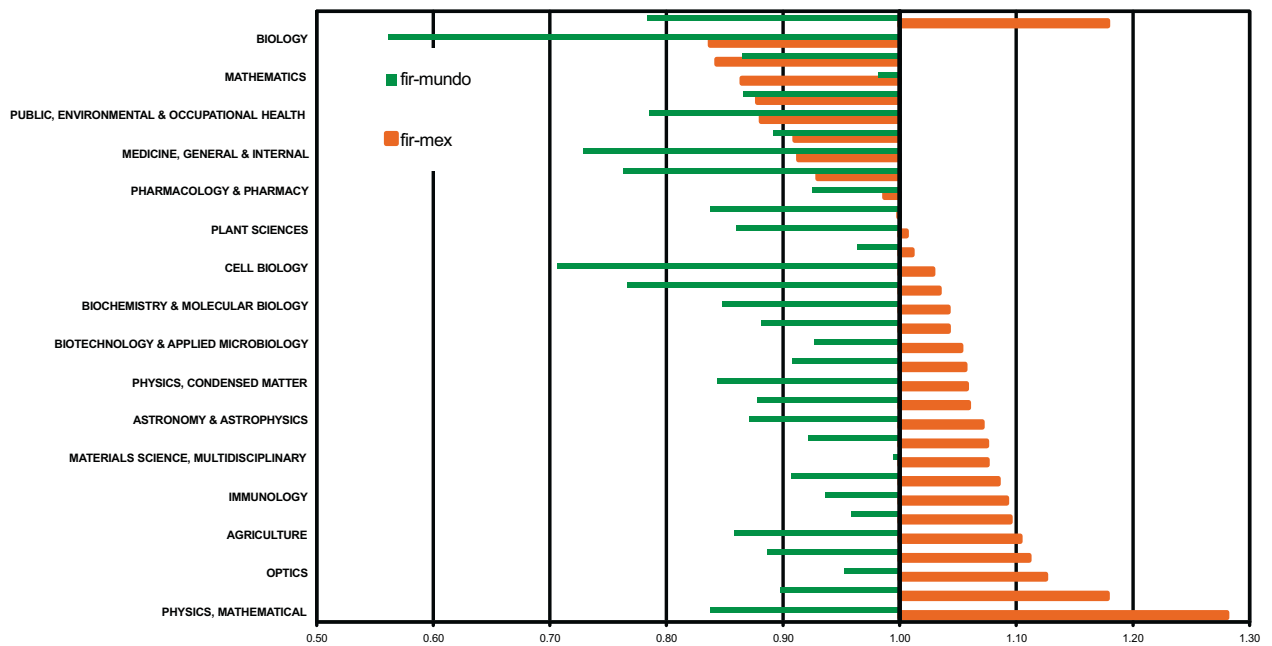
Tabla 9. Registro Básico de Indicadores

Categoría ISI	ndoc	%ndoc	ndocc	%ndocc	%pp/pt	finp	fir-mex	fir-mundo	pi	%pi	ndoc-col	%ndoc-col
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	3633	5.40	3423	6.08	<b>94.22</b>	0.93	0.93	0.76	2631.73	5.66	2125	58.49
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	3281	4.88	2306	4.10	70.28	1.04	<b>1.04</b>	0.85	1982.26	4.26	1847	56.29
PLANT SCIENCES	2516	3.74	2284	4.06	<b>90.78</b>	1.01	<b>1.01</b>	0.86	1816.72	3.91	1412	56.12
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2394	3.56	2298	4.08	<b>95.99</b>	1.07	<b>1.07</b>	0.87	2054.89	4.42	1813	<b>75.73</b>
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	2127	3.16	2037	3.62	<b>95.77</b>	1.08	<b>1.08</b>	0.99	1957.24	4.21	1487	<b>69.91</b>
CHEMISTRY, PHYSICAL	2087	3.10	2010	3.57	<b>96.31</b>	1.09	<b>1.09</b>	0.96	1908.35	4.10	1477	<b>70.77</b>
PHYSICS, CONDENSED MATTER	1835	2.73	1761	3.13	<b>95.97</b>	1.06	<b>1.06</b>	0.84	1575.67	3.39	1290	<b>70.30</b>
NEUROSCIENCES	1749	2.60	1387	2.47	79.30	1.01	<b>1.01</b>	0.96	1119.42	2.41	949	54.26
PHARMACOLOGY & PHARMACY	1728	2.57	1454	2.58	84.14	0.99	0.99	0.93	1148.89	2.47	1043	60.36
ENVIRONMENTAL SCIENCES	1717	2.55	1575	2.80	<b>91.73</b>	1.06	<b>1.06</b>	0.91	1458.93	3.14	1004	58.47
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	1681	2.50	1618	2.88	<b>96.25</b>	0.84	0.84	0.87	1253.83	2.70	941	55.98
BIOLOGY	1632	2.43	998	1.77	61.15	0.84	0.84	0.56	680.93	1.46	711	43.57
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	1598	2.38	1277	2.27	79.91	0.88	0.88	0.78	915.69	1.97	978	61.20
PHYSICS, APPLIED	1563	2.32	1514	2.69	<b>96.87</b>	1.11	<b>1.11</b>	0.89	1450.14	3.12	1054	67.43
OPTICS	1438	2.14	1364	2.42	<b>94.85</b>	1.13	<b>1.13</b>	0.95	1367.15	2.94	807	56.12
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	1433	2.13	812	1.44	56.66	1.00	<b>1.00</b>	0.84	656.48	1.41	776	54.15
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	1428	2.12	1051	1.87	73.60	0.91	0.91	0.73	668.62	1.44	357	25.00
ECOLOGY	1424	2.12	1306	2.32	<b>91.71</b>	1.04	<b>1.04</b>	0.88	1174.39	2.52	826	58.01
MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	1338	1.99	1119	1.99	83.63	0.88	0.88	0.87	870.05	1.87	815	60.91
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	1333	1.98	1221	2.17	<b>91.60</b>	1.05	<b>1.05</b>	0.93	1114.81	2.40	772	57.91
GENETICS & HEREDITY	1303	1.94	912	1.62	69.99	1.06	<b>1.06</b>	0.88	793.26	1.71	887	68.07
AGRICULTURE	1262	1.88	1206	2.14	<b>95.56</b>	1.10	<b>1.10</b>	0.86	982.00	2.11	735	58.24
CELL BIOLOGY	1209	1.80	614	1.09	50.79	1.03	<b>1.03</b>	0.71	549.19	1.18	651	53.85
MATHEMATICS	1209	1.80	1186	2.11	<b>98.10</b>	0.86	0.86	0.98	878.74	1.89	674	55.75
MICROBIOLOGY	1204	1.79	1059	1.88	87.96	1.08	<b>1.08</b>	0.91	968.78	2.08	784	65.12
PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	1113	1.65	1077	1.91	<b>96.77</b>	1.18	<b>1.18</b>	0.90	1066.13	2.29	814	<b>73.14</b>
ENTOMOLOGY	1097	1.63	1036	1.84	<b>94.44</b>	0.91	0.91	0.89	765.29	1.65	504	45.94
PHYSICS, MATHEMATICAL	1093	1.62	1041	1.85	<b>95.24</b>	1.28	<b>1.28</b>	0.84	1190.95	2.56	697	63.77
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	1088	1.62	1015	1.80	<b>93.29</b>	1.08	<b>1.08</b>	0.92	1012.75	2.18	649	59.65
IMMUNOLOGY	1067	1.59	834	1.48	78.16	1.09	<b>1.09</b>	0.94	797.23	1.71	734	68.79
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	1034	1.54	960	1.71	<b>92.84</b>	1.03	<b>1.03</b>	0.77	870.54	1.87	642	62.09
FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	1029	1.53	997	1.77	<b>96.89</b>	1.18	<b>1.18</b>	0.78	1007.71	2.17	661	64.24
PSYCHOLOGY	977	1.45	380	0.68	38.89	0.86	0.86	0.90	244.53	0.53	238	24.36
MATHEMATICS, APPLIED	967	1.44	955	1.70	<b>98.76</b>	1.00	<b>1.00</b>	<b>1.03</b>	840.42	1.81	585	60.50
CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR	945	1.40	868	1.54	<b>91.85</b>	1.01	<b>1.01</b>	0.93	769.80	1.65	673	<b>71.22</b>
PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	936	1.39	883	1.57	<b>94.34</b>	1.23	<b>1.23</b>	0.92	949.85	2.04	641	68.48
ENGINEERING, CHEMICAL	884	1.31	853	1.52	<b>96.49</b>	1.21	<b>1.21</b>	0.90	957.62	2.06	551	62.33
CHEMISTRY, ORGANIC	877	1.30	839	1.49	<b>95.67</b>	1.00	<b>1.00</b>	0.87	711.46	1.53	513	58.49
PSYCHIATRY	863	1.28	695	1.24	80.53	0.80	0.80	0.77	438.80	0.94	377	43.68
RHEUMATOLOGY	858	1.28	331	0.59	38.58	1.04	<b>1.04</b>	0.74	270.84	0.58	418	48.72
TOXICOLOGY	848	1.26	768	1.37	<b>90.57</b>	0.96	0.96	0.99	592.62	1.27	483	56.96
SURGERY	780	1.16	628	1.12	80.51	1.03	<b>1.03</b>	<b>1.02</b>	535.22	1.15	360	46.15
ZOOLOGY	778	1.16	698	1.24	89.72	0.92	0.92	0.87	568.37	1.22	494	63.50
NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	769	1.14	729	1.30	<b>94.80</b>	1.02	<b>1.02</b>	0.89	573.94	1.23	491	63.85
ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	767	1.14	608	1.08	79.27	1.01	<b>1.01</b>	0.86	514.59	1.11	476	62.06
BIOPHYSICS	715	1.06	479	0.85	66.99	1.04	<b>1.04</b>	0.90	402.33	0.86	378	52.87
ENERGY & FUELS	698	1.04	660	1.17	<b>94.56</b>	1.17	<b>1.17</b>	0.96	664.52	1.43	348	49.86
PHYSICS, NUCLEAR	695	1.03	669	1.19	<b>96.26</b>	1.08	<b>1.08</b>	0.92	608.53	1.31	498	<b>71.65</b>
GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	668	0.99	606	1.08	<b>90.72</b>	0.91	0.91	0.83	462.51	0.99	473	<b>70.81</b>
CLINICAL NEUROLOGY	658	0.98	406	0.72	61.70	1.03	<b>1.03</b>	0.90	341.47	0.73	383	58.21
PARASITOLOGY	646	0.96	603	1.07	<b>93.34</b>	0.94	0.94	0.95	503.71	1.08	391	60.53
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	644	0.96	177	0.31	27.48	1.02	<b>1.02</b>	0.66	149.19	0.32	274	42.55
WATER RESOURCES	641	0.95	571	1.01	89.08	0.90	0.90	0.81	480.66	1.03	345	53.82
FISHERIES	631	0.94	610	1.08	<b>96.67</b>	0.95	0.95	0.89	539.48	1.16	356	56.42
HISTORY	625	0.93	325	0.58	52.00	1.16	<b>1.16</b>	0.92	18.61	0.04	34	5.44
PHYSIOLOGY	620	0.92	525	0.93	84.68	1.07	<b>1.07</b>	0.92	423.63	0.91	330	53.23
POLYMER SCIENCE	617	0.92	607	1.08	<b>98.38</b>	1.03	<b>1.03</b>	0.95	531.71	1.14	381	61.75
CHEMISTRY, APPLIED	616	0.92	596	1.06	<b>96.75</b>	1.31	<b>1.31</b>	0.82	708.08	1.52	423	68.67
CHEMISTRY, ANALYTICAL	615	0.91	584	1.04	<b>94.96</b>	0.96	0.96	0.90	479.71	1.03	368	59.84
NUTRITION & DIETETICS	576	0.86	493	0.88	85.59	1.01	<b>1.01</b>	0.80	397.75	0.86	299	51.91
OPHTHALMOLOGY	552	0.82	125	0.22	22.64	1.05	<b>1.05</b>	0.58	110.93	0.24	200	36.23
HEMATOLOGY	547	0.81	203	0.36	37.11	0.91	0.91	0.59	164.00	0.35	294	53.75
METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	542	0.81	528	0.94	<b>97.42</b>	1.07	<b>1.07</b>	0.86	500.33	1.08	370	68.27
METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES	527	0.78	507	0.90	<b>96.20</b>	0.96	0.96	0.77	421.57	0.91	312	59.20
OCEANOGRAPHY	525	0.78	502	0.89	<b>95.62</b>	0.86	0.86	0.81	389.31	0.84	331	63.05
VETERINARY SCIENCES	513	0.76	485	0.86	<b>94.54</b>	1.16	<b>1.16</b>	0.87	500.65	1.08	336	65.50
ONCOLOGY	504	0.75	395	0.70	78.37	0.99	0.99	0.87	340.93	0.73	322	63.89

Gráfico 25. Evolución Anual de las Categorías ISI con más de mil Documentos en el Periodo



Gráfica 26. Visibilidad Relativa con Respecto a México y al Mundo



## 1.5 Análisis sectorial

Gráfico 27. Evolución Porcentual de la Producción por Sectores<sup>2</sup>

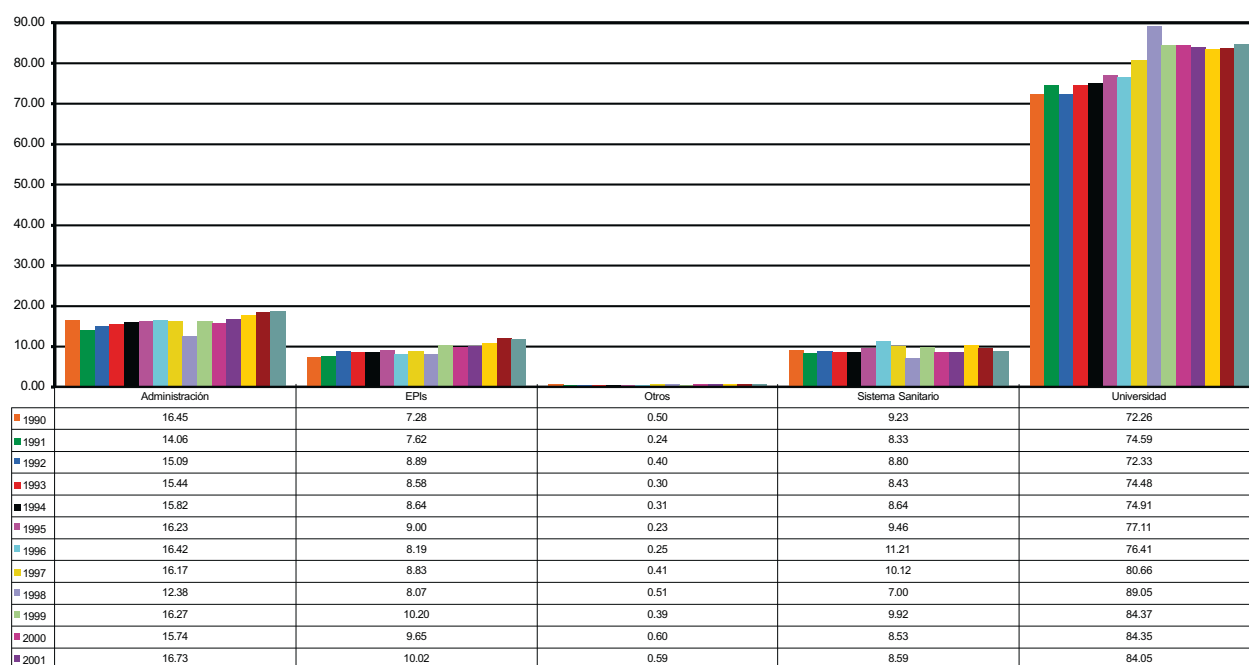
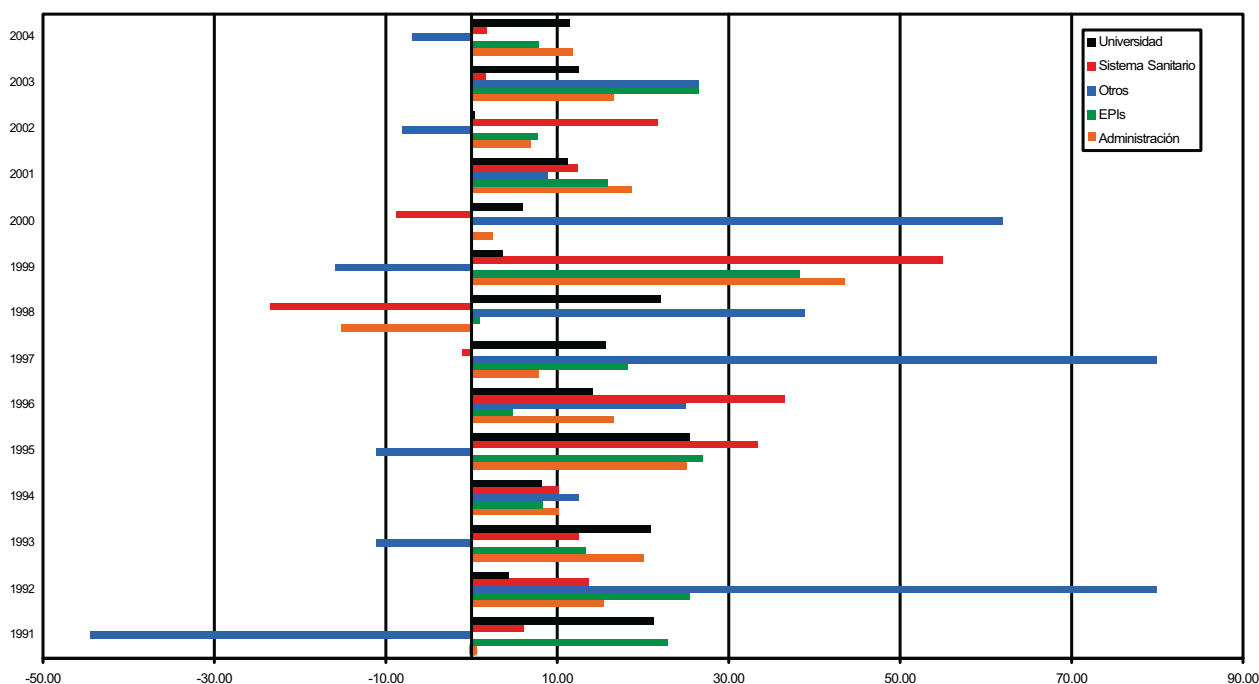


Gráfico 28. Tasas de Crecimiento por Sector Institucional



<sup>2</sup> Sólo se representa la producción de las instituciones con más de cien documentos en el periodo y que acumula 92.36 por ciento de la producción total mexicana.

Gráfico 29. Evolución del Número de Instituciones por Sector

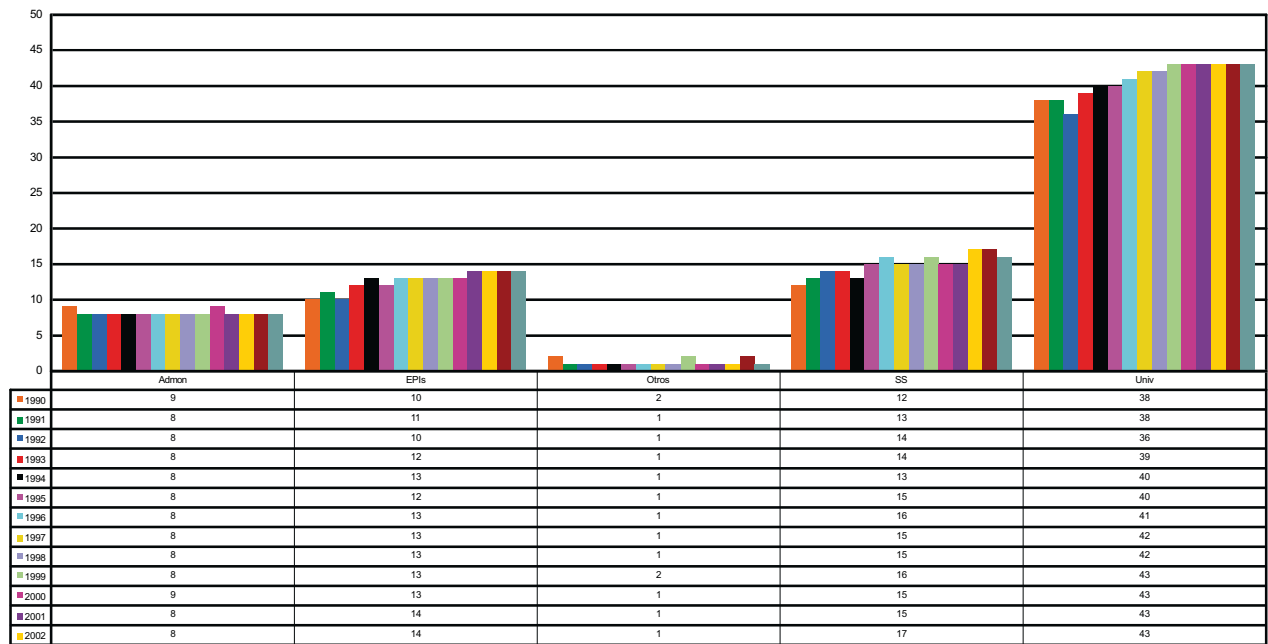


Gráfico 30. Evolución de Impacto Relativo a México

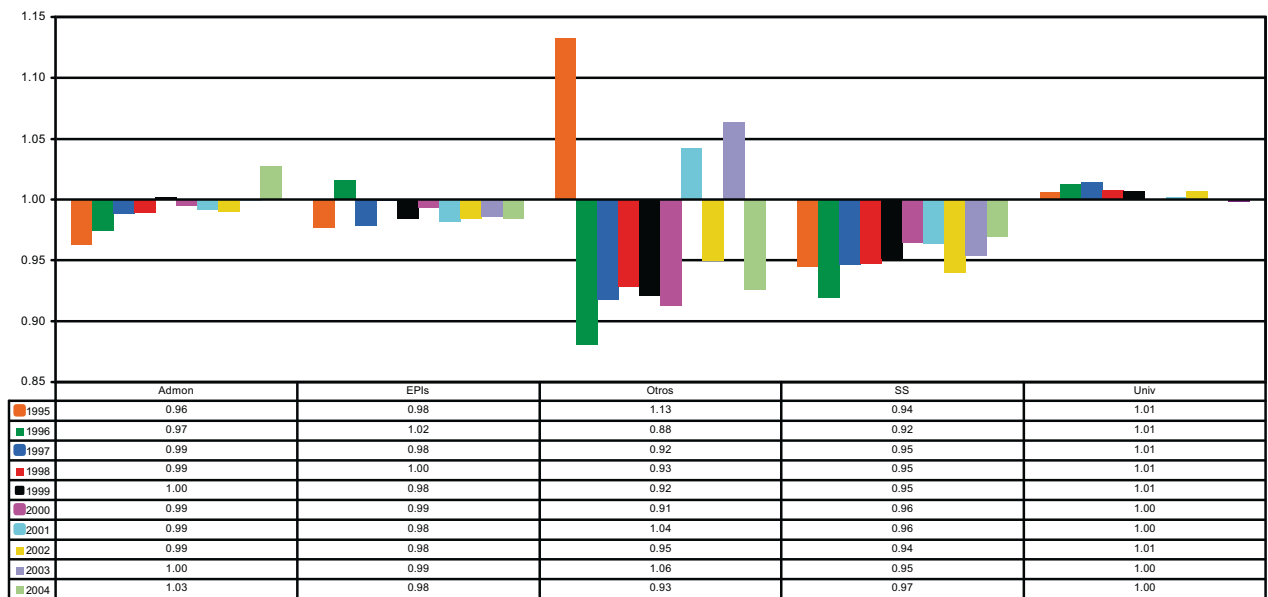




Tabla 10. Evolución de la Producción ISI para las Instituciones con más de 100 Documentos

Absec	Institución	Total	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Univ	Universidad Nacional Autónoma de México	24278	693	929	880	102	107	132	149	161	155	199	203	234	224	243	263
Univ	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados	6657	177	161	182	230	286	339	394	420	398	575	657	630	682	749	777
Univ	Universidad Autónoma Metropolitana	5448	95	121	169	193	189	253	253	467	358	368	364	348	371	420	479
Admo	Instituto Mexicano del Seguro Social	3432	123	92	102	127	121	182	249	269	173	264	282	335	356	383	374
Univ	Instituto Politécnico Nacional	2769	58	71	58	67	74	117	125	135	149	229	228	319	312	385	442
Admo	Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zúñiga	2681	114	120	132	124	154	159	184	175	167	178	189	216	228	269	272
Univ	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	1737	30	43	49	66	60	68	96	101	104	140	164	219	197	199	201
OPI	Instituto de Ecología, AC	1387	16	16	23	31	31	36	30	65	97	137	156	151	140	225	233
Admo	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada	1331	20	36	28	49	53	64	75	82	83	124	117	134	140	156	170
Univ	Universidad Autónoma de Nuevo León	1251	46	26	42	38	63	52	67	78	66	93	127	116	133	143	161
Admo	Instituto Mexicano del Petróleo	1209	7	24	34	26	24	21	19	42	33	62	87	131	148	226	325
Univ	Universidad de Guadalajara	1183	19	17	29	37	37	62	63	77	64	100	117	125	126	150	160
Admo	Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica	1165	18	14	30	42	39	67	64	72	73	105	92	122	112	136	179
SS	Centro Médico Nacional Siglo XXI	1059	9	12	16	23	33	57	93	68	54	91	88	109	150	132	124
Univ	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	1024	20	21	18	32	37	42	41	63	79	84	96	94	111	128	158
Univ	Universidad de Guanajuato	1004	10	9	11	37	36	55	55	67	63	124	101	115	98	98	125
Univ	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	871	2	8	6	13	19	21	34	46	54	70	90	106	125	107	170
OPI	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	813	26	26	39	44	32	50	48	55	60	84	60	71	77	61	80
SS	Instituto Nacional de Cardiología Dr. Ignacio Chávez	810	24	34	36	39	41	43	43	72	38	80	53	73	84	74	75
Admo	Instituto Nacional de Salud Pública	782	7	2	6	26	37	55	52	50	58	79	70	66	78	96	100
SS	Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz	742	30	35	32	36	43	41	68	53	55	71	51	52	52	51	72
OPI	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, AC	726	28	37	44	62	46	63	49	54	34	37	29	65	51	69	58
Univ	Universidad de Sonora	724	16	17	29	29	24	29	41	52	49	81	62	77	68	85	65
Univ	Universidad Autónoma de Baja California Sur	708	4	10	11	22	22	32	42	47	47	68	67	71	76	90	99
OPI	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.	703	17	20	29	22	27	25	26	45	39	55	59	63	75	98	103
OPI	Centro de Investigaciones en Óptica, AC	627	4	5	4	17	33	36	50	38	33	53	66	67	60	88	73
Univ	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	626	3	5	8	14	12	21	16	20	33	46	57	75	99	100	117
Univ	Instituto Tecnológico y de Estudios	603	7	13	19	16	16	29	52	29	27	40	55	49	63	73	115

Absec	Institución	Total	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	Superiores de Monterrey																
Univ	Colegio de Postgraduados	536	14	9	15	20	14	20	24	25	28	32	34	32	63	81	125
SS	Instituto Nacional de Neurología y Neurociencia	512	25	20	22	18	20	29	36	31	27	37	41	37	45	62	62
OPI	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias	494	16	12	28	10	25	30	33	22	30	34	33	43	42	51	85
SS	Instituto Nacional De Pediatría	484	6	9	14	18	24	32	33	45	16	49	56	38	46	45	53
Univ	Colegio de la Frontera Sur	484					1	8	17	23	27	53	71	67	58	90	69
SS	Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias	443	20	10	22	20	12	20	28	25	29	47	33	44	33	53	47
Univ	El Colegio de México	437	32	28	26	16	21	37	41	32	24	34	21	39	28	26	32
Univ	Universidad de las Américas Puebla	422	3	4	3	12	26	30	29	54	24	43	28	25	26	48	67
Univ	Universidad Autónoma de Querétaro	416	1	1	3	4	4	8	15	19	26	52	53	41	63	61	65
OPI	Instituto Nacional de Cancerología	409	6	6	15	15	14	22	32	31	18	36	29	41	46	55	43
SS	Hospital General Dr. Manuel Gea González	396	8	7	9	13	16	15	30	40	22	42	40	31	26	46	51
Univ	Universidad Autónoma de Yucatán	360	10	6	7	9	14	10	16	19	23	25	28	47	40	44	62
SS	Hospital de Especialidades el Centro Médico La Raza	345	13	12	13	11	27	22	29	32	13	7	9	17	40	58	42
Univ	Universidad Autónoma de Zacatecas	340	4	4	3	12	8	14	19	24	25	31	38	34	39	37	48
Adm n	Centro de Investigación en Matemáticas, AC	320	1	6	7	11	16	12	12	16	13	33	30	39	51	36	37
OPI	Instituto de Investigaciones Eléctricas	313	7	30	7	8	17	15	16	25	23	26	23	24	30	25	37
SS	Hospital General de México	311	11	12	6	13	4	14	25	18	15	22	27	24	52	28	40
Otros	Centro de Investigaciones para el Desarrollo	306	8	5	9	8	9	8	10	18	25	20	34	37	34	41	40
SS	Hospital Pediátrico de México	298			2	1	2	9	13	13	34	31	36	42	46	37	32
Univ	Universidad de Colima	296	2	8	10	8	17	12	12	16	14	29	22	27	35	41	43
SS	Instituto Nacional de Perinatología	280	6	11	10	12	10	18	16	18	10	23	20	32	34	30	30
SS	Hospital Infantil de Mexico Dr. Federico Gomez	264	9	6	6	7	11	18	22	19	12	14	12	23	32	34	39
OPI	Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.	251					4	13	6	2	8	17	32	38	38	33	60
OPI	Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.	248	4	5	11	13	10	10	14	13	15	22	15	27	30	32	27
Univ	Universidad Iberoamericana	223	11	9	5	10	6	9	10	10	12	19	33	20	23	20	26
Univ	Universidad Autónoma del Estado de México	218	4	3	1		3	2	7	5	10	17	26	26	20	43	51
Univ	Instituto Tecnológico Autónomo de México	202	1	2	2	10	3	13	10	16	13	15	19	22	20	25	31
Univ	Universidad Autónoma de Chapingo	201	6	3	5	4	4	5	5	7	12	11	7	31	16	40	45
OPI	Centro de Investigación en Química Aplicada	200	7	3	2	3	4	11	15	16	16	22	17	12	17	27	28
Univ	Universidad Autónoma de Sinaloa	196	2	5	4	9	5	6	7	5	9	18	22	22	26	31	25
Univ	Universidad Autónoma del Estado Hidalgo	191				1	1			1	3	8	13	29	27	55	53
OPI	Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica	169												3	45	58	63
Adm n	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado	168	5	3	4	7	10	8	7	8	5	24	23	14	17	15	17
Univ	Instituto Tecnológico de Celaya	167	3	5	3	5	5	10	10	4	7	11	11	14	21	30	28
Univ	Universidad Veracruzana	163	7	12	13	19	16	18	28	11	3	9	4	9	5	5	4

Absec	Institución	Total	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Univ	Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"	151	3	6	3	2	9	8	7	13	5	3	25	10	13	21	23
SS	Clinica Ruiz	142	5	5	4	12	5	9	11	10	15	11	11	14	10	10	10
Univ	Universidad Autónoma de Tlaxcala	136	4	3	5	3	18	5	8	9	1	7	10	8	7	22	26
OPI	Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo	133		1		1	3	4	7	11	9	11	11	12	16	25	22
OPI	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	127				3	2		4	13	12	11	16	16	15	16	19
Univ	Instituto Tecnológico de Veracruz	120	1	1	3	2	6	5	8	8	6	13	15	15	10	9	18
Univ	Instituto Tecnológico de Tijuana	106	1	1	3	2	6	2	4	3	7	13	10	16	12	13	13
Univ	Universidad Autónoma de Tamaulipas	105		1	7	4	1	2	1	5	2	8	8	8	16	16	26
Univ	Universidad Autónoma de Coahuila	104	2	4			3	7	7	17	3	5	9	8	6	14	19
Univ	Universidad Autónoma de Chihuahua	97	1		5	2	4	3	1	8	6	3	7	12	9	20	16
Univ	Instituto Tecnológico de Morelia	92	1			2	1	2	3	4	1	7	13	16	11	13	18
Univ	Universidad Autónoma de Aguascalientes	88	2	1		3	1	5	4	3	5	7	10	13	15	9	10
Univ	Universidad Autónoma de Guadalajara	83	4	7	4	3	6	3	5	3	2	7	3	9	4	11	12
Univ	Instituto Tecnológico de Saltillo	52							4			7	9	9	7	6	10
SS	Hospital General de Occidente	48		3	8	2		3	3	1		2	4	5	5	8	4
Univ	Colegio de la Frontera Norte	46	1	1	3	6		5	6	2	1	5	2	6	1	4	3
Univ	Instituto Tecnológico de la Laguna	28		1		2				2	2	2	3	3	1	2	10
SS	Hospital General DR. Ignacio Morones Prieto	15						1	1	2	1	2	2	2	3	2	1
SS	Hospital General de Puebla	7							1		1			2	2	1	
SS	Hospital General de Tijuana	4										1			1	1	1
Otros	Population Council	2	1									1					
Otros	Unión Nacional de Apicultores	2															
Admo	Extranjeras	2	1										1				
n																	

## 1.6 Sector universidad

Tabla 11. Registro Básico de Indicadores. Instituciones Universitarias con más de Cien Documentos

Abr.	Institución	ndoc	%ndoc	ndocsc	%ndocsc	%appt	ndoc-fi	%pctitable	finp	fir-mex	fir-mun	pi	%pi	ndoc-col	%ndoc-col	categorias
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México	24278	50.91	20866	50.34	85.95	16954	69.83	1.02	1.02	0.93	17266.48	42.27	7569	31.18	240
CINVESTAV	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados	6657	13.96	5969	14.40	89.67	5083	76.36	1.05	1.05	0.97	5348.90	13.09	2716	40.80	179
UAM	Universidad Autónoma Metropolitana	5448	11.42	5010	12.09	91.96	4273	78.43	1.01	1.01	0.93	4314.92	10.56	2392	43.91	218
IPN	Instituto Politécnico Nacional	2769	5.81	2559	6.17	92.42	2294	82.85	0.93	0.93	0.85	2132.49	5.22	1261	45.54	160
BUAP	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	1737	3.64	1568	3.78	90.27	1334	76.80	1.02	1.02	0.94	1361.69	3.33	816	46.98	145
UANL	Universidad Autónoma de Nuevo León	1251	2.62	986	2.38	78.82	829	66.27	0.95	0.95	0.87	788.07	1.93	421	33.65	151
UDG	Universidad de Guadalajara	1183	2.48	964	2.33	81.49	848	71.68	0.95	0.95	0.87	806.72	1.97	574	48.52	170
UASLP	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	1024	2.15	887	2.14	86.62	783	76.46	1.09	1.09	1.00	856.15	2.10	389	37.99	122
UGTO	Universidad de Guanajuato	1004	2.11	912	2.20	90.84	819	81.57	1.03	1.03	0.94	839.65	2.06	442	44.02	126
UAEM	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	871	1.83	782	1.89	89.78	736	84.50	1.07	1.07	0.98	784.67	1.92	553	63.49	112
USON	Universidad de Sonora	724	1.52	676	1.63	93.37	572	79.01	1.01	1.01	0.93	577.97	1.41	349	48.20	107
UMSNH	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	626	1.31	544	1.31	86.90	504	80.51	0.98	0.98	0.90	495.97	1.21	339	54.15	116
ITESM	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	603	1.26	521	1.26	86.40	451	74.79	0.95	0.95	0.87	429.75	1.05	203	33.67	151
COLPOS	Colegio de Postgraduados	536	1.12	510	1.23	95.15	443	82.85	0.83	0.83	0.76	367.96	0.90	266	49.63	73
ECOSUR	Colegio de la Frontera Sur	484	1.01	465	1.12	96.07	463	95.66	0.91	0.91	0.84	422.51	1.03	153	31.61	65
UABC	Universidad Autónoma de Baja California	478	1.00	449	1.08	93.93	432	90.38	0.87	0.87	0.80	374.62	0.92	221	46.23	115
COLMEX	El Colegio de México	437	0.92	234	0.56	53.55	60	13.73	0.91	0.91	0.83	54.50	0.13	22	5.03	43
UDLA	Universidad de las Américas Puebla	422	0.88	349	0.84	82.70	292	69.19	1.01	1.01	0.93	295.35	0.72	135	31.99	112
UAQ	Universidad Autónoma de Querétaro	416	0.87	376	0.91	90.38	361	86.78	1.02	1.02	0.94	369.97	0.91	256	61.54	104
UADY	Universidad Autónoma de Yucatán	360	0.75	315	0.76	87.50	273	75.83	0.96	0.96	0.88	261.91	0.64	144	40.00	90
UAZ	Universidad Autónoma de Zacatecas	340	0.71	294	0.71	86.47	268	78.82	0.94	0.94	0.86	252.30	0.62	124	36.47	92
UCOL	Universidad de Colima	296	0.62	252	0.61	85.14	216	72.97	0.95	0.95	0.87	204.73	0.50	139	46.96	87
UIA	Universidad Iberoamericana	223	0.47	166	0.40	74.44	134	60.09	0.96	0.96	0.88	128.62	0.31	127	56.95	81
UABCS	Universidad Autónoma de Baja California Sur	219	0.46	194	0.47	88.58	152	69.41	0.85	0.85	0.78	129.37	0.32	78	35.62	58
UAEMEX	Universidad Autónoma del Estado de México	218	0.46	199	0.48	91.28	189	86.70	0.95	0.95	0.87	179.83	0.44	148	67.89	93
ITAM	Instituto Tecnológico Autónomo de México	202	0.42	186	0.45	92.08	168	83.17	1.02	1.02	0.94	171.87	0.42	26	12.87	54
UACH	Universidad Autónoma de Chapingo	201	0.42	191	0.46	95.02	171	85.07	0.84	0.84	0.77	144.14	0.35	120	59.70	47
UASNET	Universidad Autónoma de Sinaloa	196	0.41	181	0.44	92.35	162	82.65	0.98	0.98	0.90	159.11	0.39	130	66.33	77
UAEH	Universidad Autónoma del Estado Hidalgo	191	0.40	175	0.42	91.62	170	89.01	0.97	0.97	0.89	164.21	0.40	124	64.92	73
ITC	Instituto Tecnológico de Celaya	167	0.35	163	0.39	97.60	143	85.63	1.10	1.10	1.01	156.81	0.38	76	45.51	45
UV	Universidad Veracruzana	163	0.34	138	0.33	84.66	81	49.69	0.95	0.95	0.87	77.06	0.19	108	66.26	58
UAAAN	Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"	151	0.32	150	0.36	99.34	127	84.11	0.86	0.86	0.79	109.64	0.27	68	45.03	37
UATX	Universidad Autónoma de Tlaxcala	136	0.29	125	0.30	91.91	95	69.85	0.93	0.93	0.85	88.20	0.22	80	58.82	40
ITVER	Instituto Tecnológico de Veracruz	120	0.25	111	0.27	92.50	101	84.17	1.02	1.02	0.94	103.00	0.25	55	45.83	31
ITT	Instituto Tecnológico de Tijuana	106	0.22	98	0.24	92.45	86	81.13	1.02	1.02	0.93	87.47	0.21	42	39.62	30
UAT	Universidad Autónoma de Tamaulipas	105	0.22	98	0.24	93.33	84	80.00	1.01	1.01	0.92	84.62	0.21	41	39.05	40
UADEC	Universidad Autónoma de Coahuila	104	0.22	94	0.23	90.38	86	82.69	0.97	0.97	0.89	83.50	0.20	63	60.58	52
Totales		47688	100.00	41449	100	86.917	34627	72.61	1.00	1.00	0.92	40850.80	100.00	14087	29.54	

(**ndoc** : producción total; **%ndoc** : porcentaje de producción con respecto al sector; **ndocsc** : producción primaria – artículos; **%ndocsc** : porcentaje producción primaria del sector; **%appt** : porcentaje de producción primaria con respecto a la total; **ndoc-fi** : artículos SCI y SSCI con factor de impacto; **%pctitable** : porcentaje de producción citable; **finp** : factor de impacto normalizado ponderado; **fir-mex** : factor de impacto relativo con respecto a México; **fir-mun** : factor de impacto relativo al mundo; **pi** : potencial investigador; **%pi** : porcentaje de potencial con respecto al sector; **ndoc-col** : número de documentos en colaboración; **%ndoc-col** : porcentaje de documentos en colaboración; **categorias** : número de categorías con producción; **revistas** : número de revistas en las que publica)

Tabla 12. Ranking por Producción

Abr.	Institución	1990	Abr.	Institución	2004
1 UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México	693	1 UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México	2637
2 CINVESTAV	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados	177	2 CINVESTAV	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados	777
3 UAM	Universidad Autónoma Metropolitana	95	3 UAM	Universidad Autónoma Metropolitana	479
4 IPN	Instituto Politécnico Nacional	58	4 IPN	Instituto Politécnico Nacional	442
5 UANL	Universidad Autónoma de Nuevo León	46	5 BUAP	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	201
6 COLMEX	El Colegio de México	32	6 UAEM	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	170
7 BUAP	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	30	7 UANL	Universidad Autónoma de Nuevo León	161
8 UASLP	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	20	8 UDG	Universidad de Guadalajara	160
9 UDG	Universidad de Guadalajara	19	9 UASLP	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	158
10 USON	Universidad de Sonora	16	10 UGTO	Universidad de Guanajuato	125
11 COLPOS	Colegio de Postgraduados	14	11 COLPOS	Colegio de Postgraduados	125
12 UIA	Universidad Iberoamericana	11	12 UMSNH	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	117
13 UGTO	Universidad de Guanajuato	10	13 ITESM	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	115
14 UADY	Universidad Autónoma de Yucatán	10	14 UABC	Universidad Autónoma de Baja California	79
15 ITESM	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	7	15 ECOSUR	Colegio de la Frontera Sur	69
16 UV	Universidad Veracruzana	7	16 UDLA	Universidad de las Américas Puebla	67
17 UACH	Universidad Autónoma de Chapingo	6	17 USON	Universidad de Sonora	65
18 UAZ	Universidad Autónoma de Zacatecas	4	18 UAQ	Universidad Autónoma de Querétaro	65
19 UAEMEX	Universidad Autónoma del Estado de México	4	19 UADY	Universidad Autónoma de Yucatán	62
20 UATX	Universidad Autónoma de Tlaxcala	4	20 UAEH	Universidad Autónoma del Estado Hidalgo	53
21 UAG	Universidad Autónoma de Guadalajara	4	21 UAEMEX	Universidad Autónoma del Estado de México	51
22 UMSNH	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	3	22 UAZ	Universidad Autónoma de Zacatecas	48
23 UDLA	Universidad de las Américas Puebla	3	23 UACH	Universidad Autónoma de Chapingo	45
24 UABCS	Universidad Autónoma de Baja California Sur	3	24 UCOL	Universidad de Colima	43
25 ITC	Instituto Tecnológico de Celaya	3	25 COLMEX	El Colegio de México	32

Gráfico 31. Porcentaje de Producción Total, Primaria y Potencial Investigador

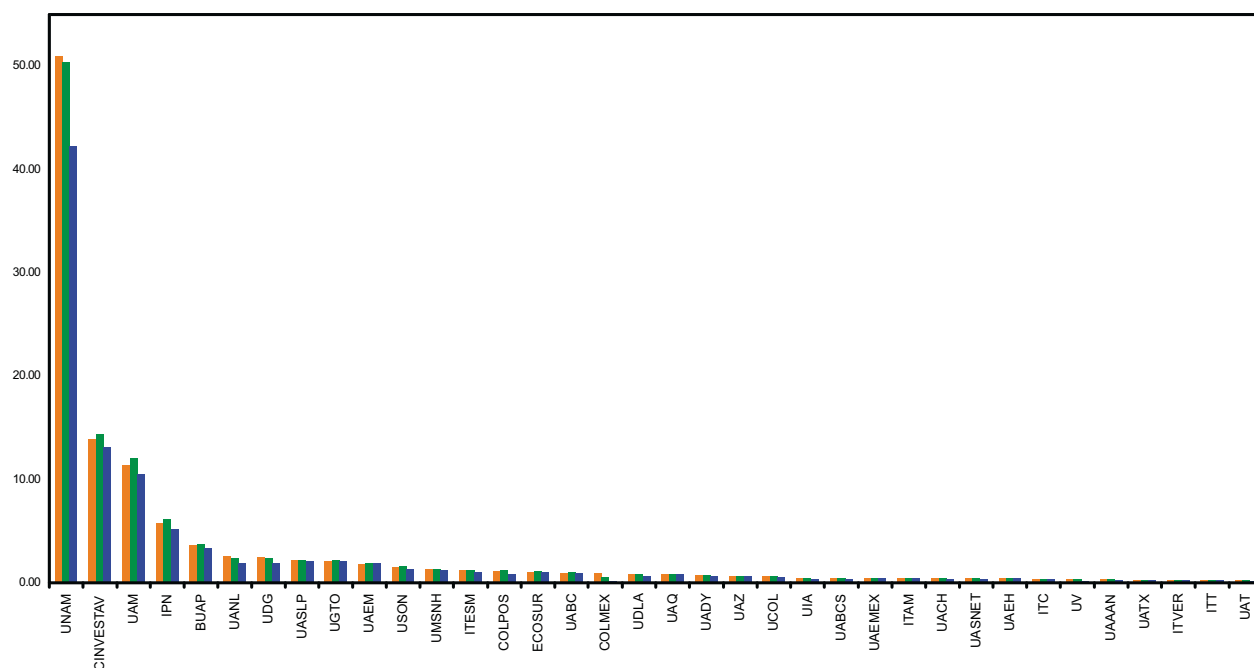


Gráfico 32. Relación entre Volumen de Producción y Distribución Temática

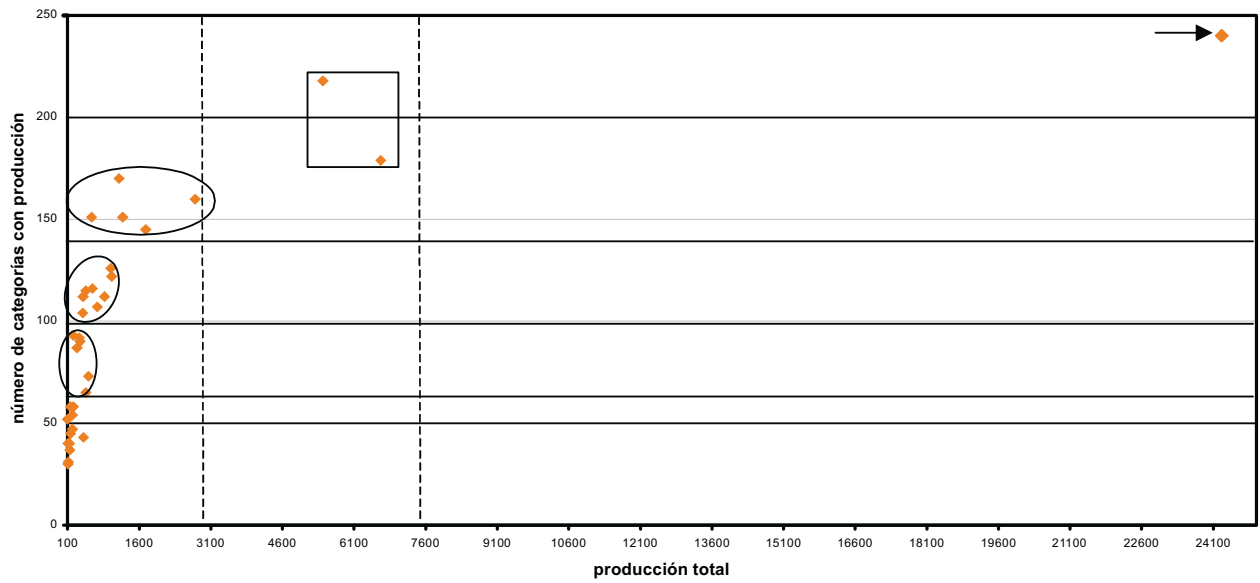


Gráfico 33. Relación entre Volumen de Producción y las Tasas de Colaboración

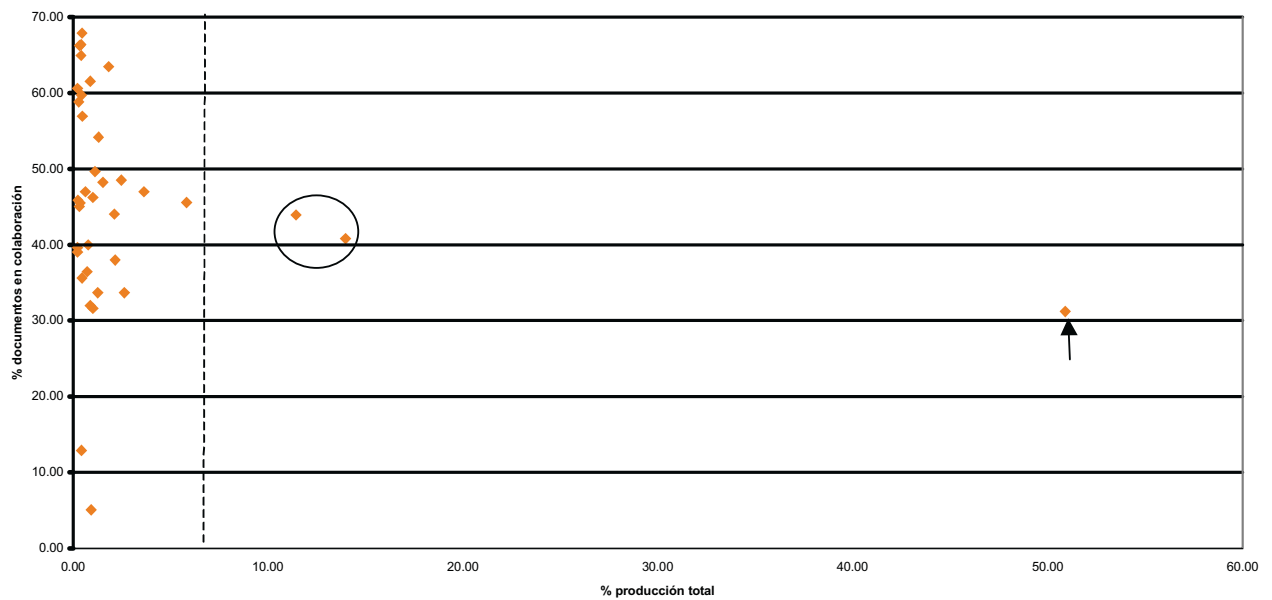


Gráfico 34. Relación entre la Dispersión Temática y el FIR con Respecto al Sector Universitario

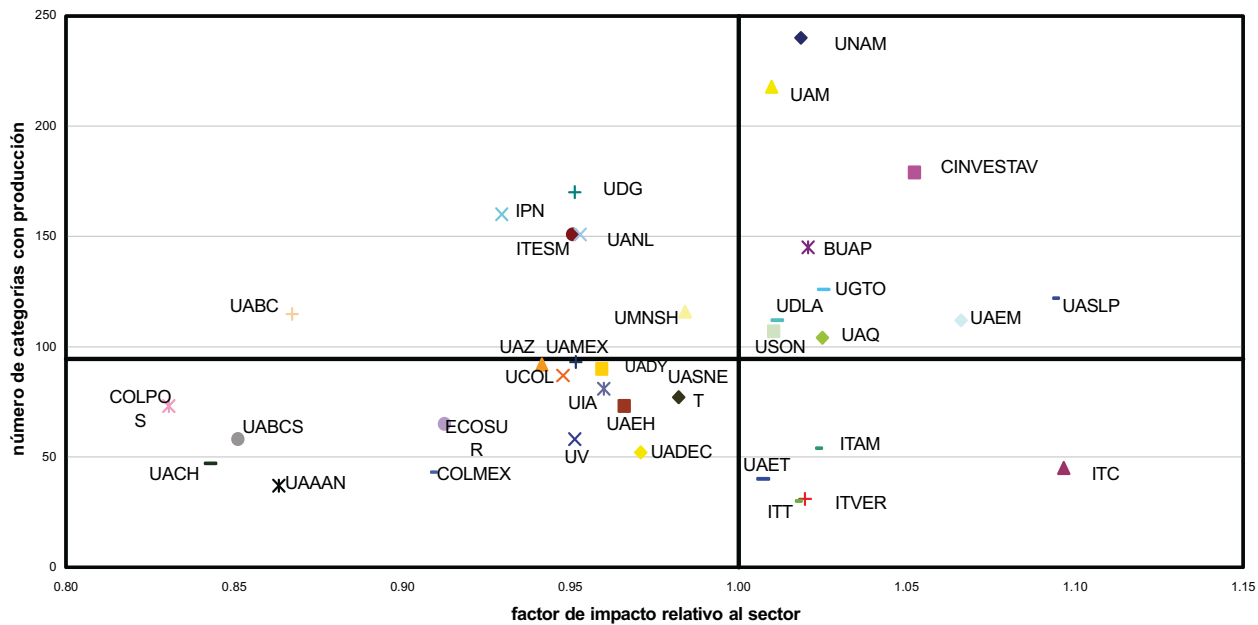


Gráfico 35. Factor de Impacto Relativo con Respecto a México y el Mundo

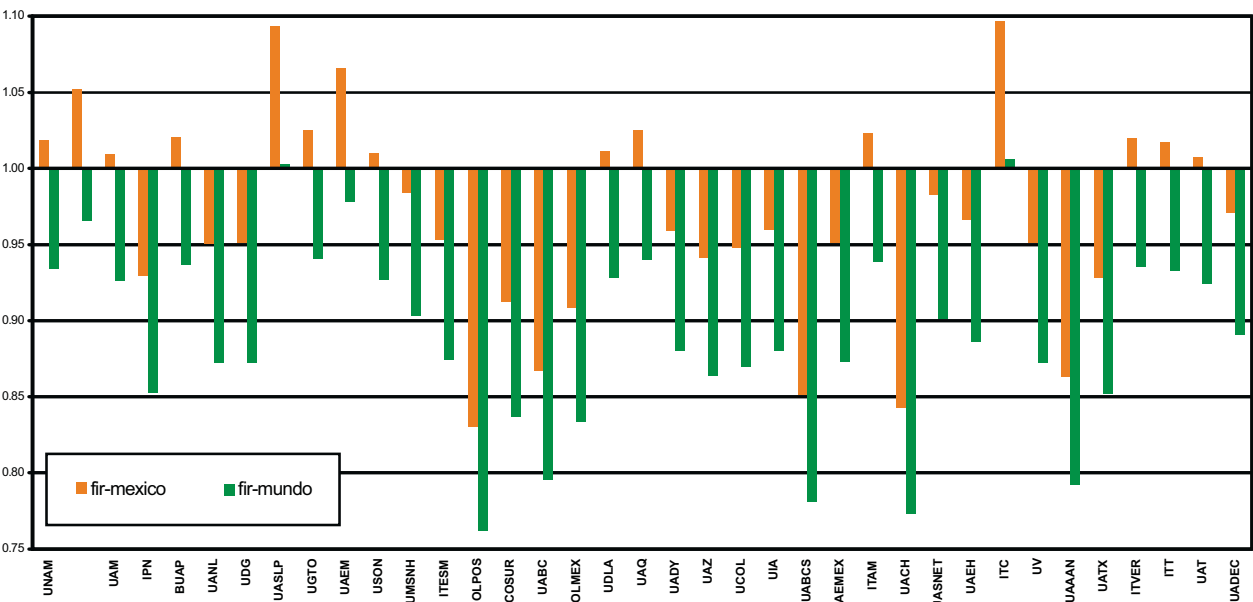
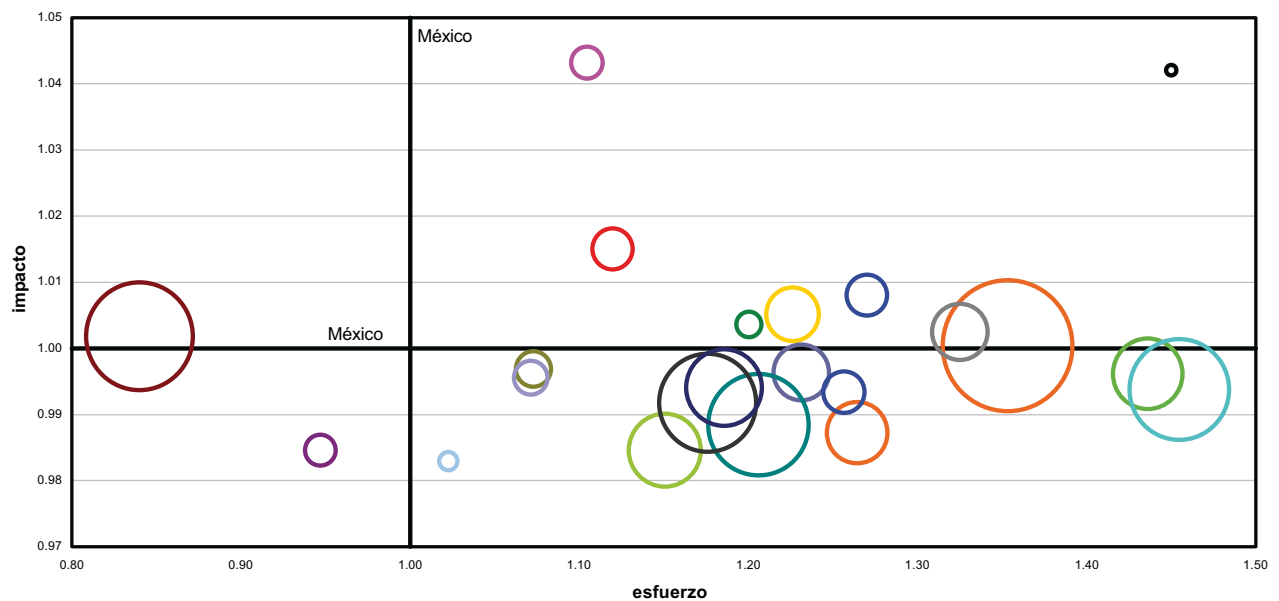


Gráfico 36. Posición de las Áreas Temáticas en el Sector Universitario



## 1.7 Colaboración científica

### 1.7.1 Patrones de colaboración

Gráfico 37. Evolución del Número de Autores por Documento

Total	Número de autores	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
12.07	1	17.95	16.75	17.91	14.02	14.56	14.35	13.17	12.79	14.04	11.87	11.64	12.06	9.30	9.40	8.16
<b>19.26</b>	2	23.74	23.66	22.39	23.35	23.62	19.63	20.94	19.34	19.96	19.37	18.60	18.17	16.83	17.55	16.42
<b>20.62</b>	3	20.96	22.67	21.03	21.85	20.63	21.32	22.00	19.97	19.82	20.61	20.55	20.31	20.89	20.14	19.81
16.80	4	15.62	15.24	15.18	15.89	15.92	17.18	15.18	17.23	15.70	16.75	17.49	16.65	16.99	17.58	18.46
11.66	5	9.23	9.32	9.33	9.86	11.18	11.03	11.59	11.48	9.25	11.51	11.82	12.57	13.25	13.16	12.84
7.67	6	5.50	5.92	6.78	6.52	5.85	7.46	7.00	6.86	6.55	8.14	8.07	7.63	8.45	8.59	9.45
4.54	7	2.67	3.22	3.34	3.82	3.76	4.03	4.07	4.37	3.42	4.44	4.75	4.86	5.69	5.12	5.62
2.38	8	1.83	1.89	1.63	1.61	1.64	1.97	2.36	2.36	2.29	2.53	2.33	2.45	2.65	2.71	2.96
1.38	9	1.06	0.47	0.70	1.27	1.01	1.11	1.04	1.18	1.00	1.29	1.29	1.60	1.74	2.01	1.79
0.85	10	0.50	0.28	0.40	0.45	0.56	0.34	0.74	0.72	0.59	0.92	0.81	1.01	1.24	1.26	1.17
1.61	entre 11 y 20	0.78	0.52	0.84	1.05	0.91	0.91	1.12	1.56	1.27	1.82	1.82	1.74	2.07	1.99	2.45
0.14	entre 21 y 30	0.06		0.18	0.11	0.21	0.14	0.12	0.05	0.04	0.13	0.14	0.19	0.16	0.13	0.25
0.06	entre 31 y 50	0.06		0.09	0.07	0.03	0.03	0.02	0.00	0.10	0.02	0.04	0.11	0.03	0.07	0.13
0.08	entre 51 y 100			0.09	0.07		0.03	0.20	0.18	0.14	0.11	0.09	0.09	0.06	0.01	0.03
0.09	entre 101 y 300		0.05	0.04			0.06	0.07				0.09	0.13	0.25	0.15	0.19
0.26	entre 301 y 400					0.10	0.34	0.27	0.23	0.39	0.47	0.46	0.41	0.28	0.11	0.22
0.02	más de 400						0.03						0.02	0.08	0.01	0.05



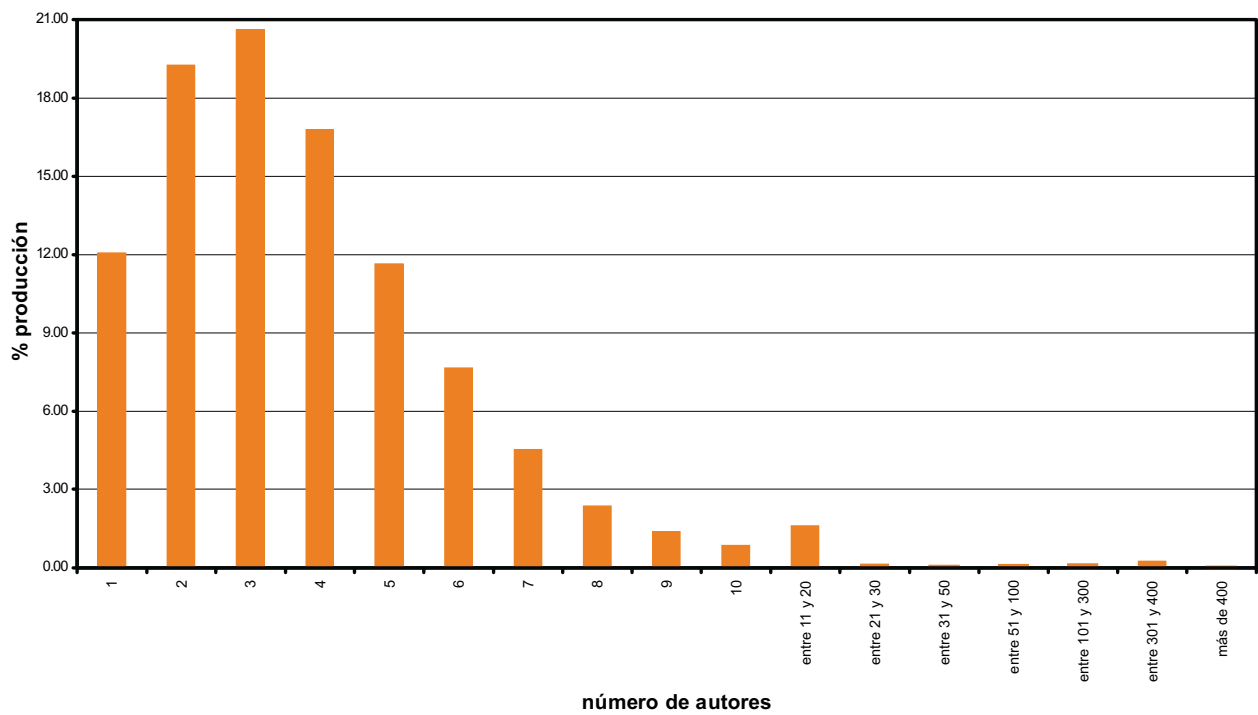


Gráfico 38. Evolución de la Media de Autores por Documento en Distintos Dominios

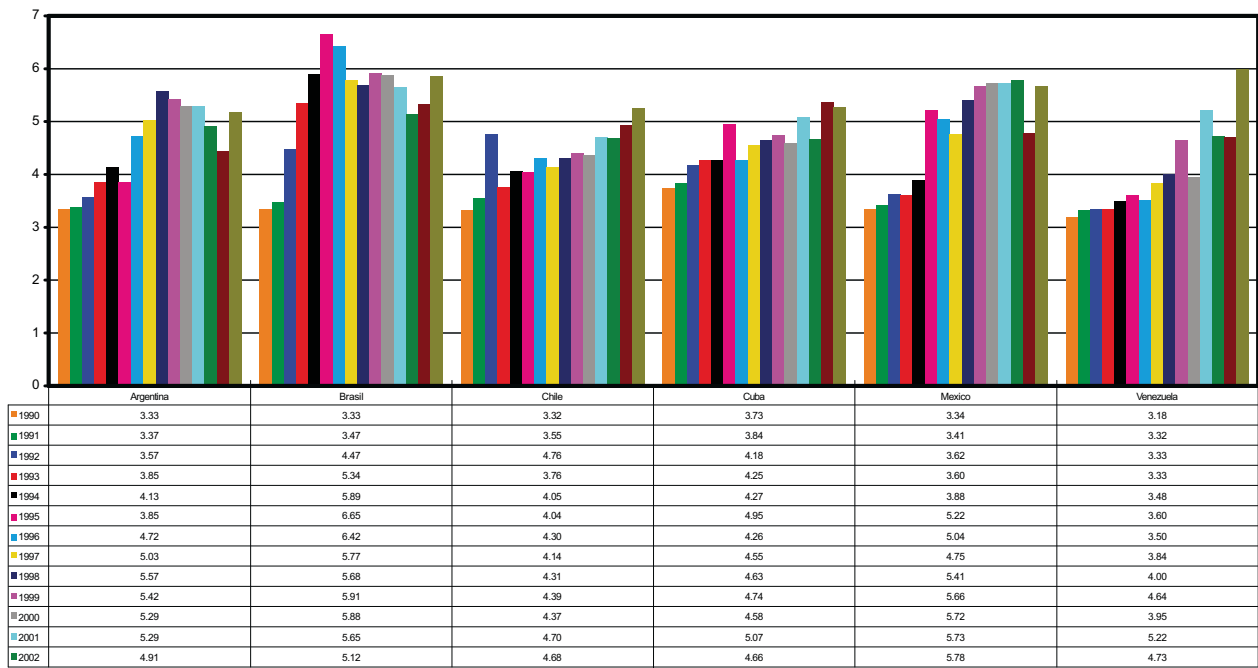


Gráfico 39. Evolución del Índice de Coautoría

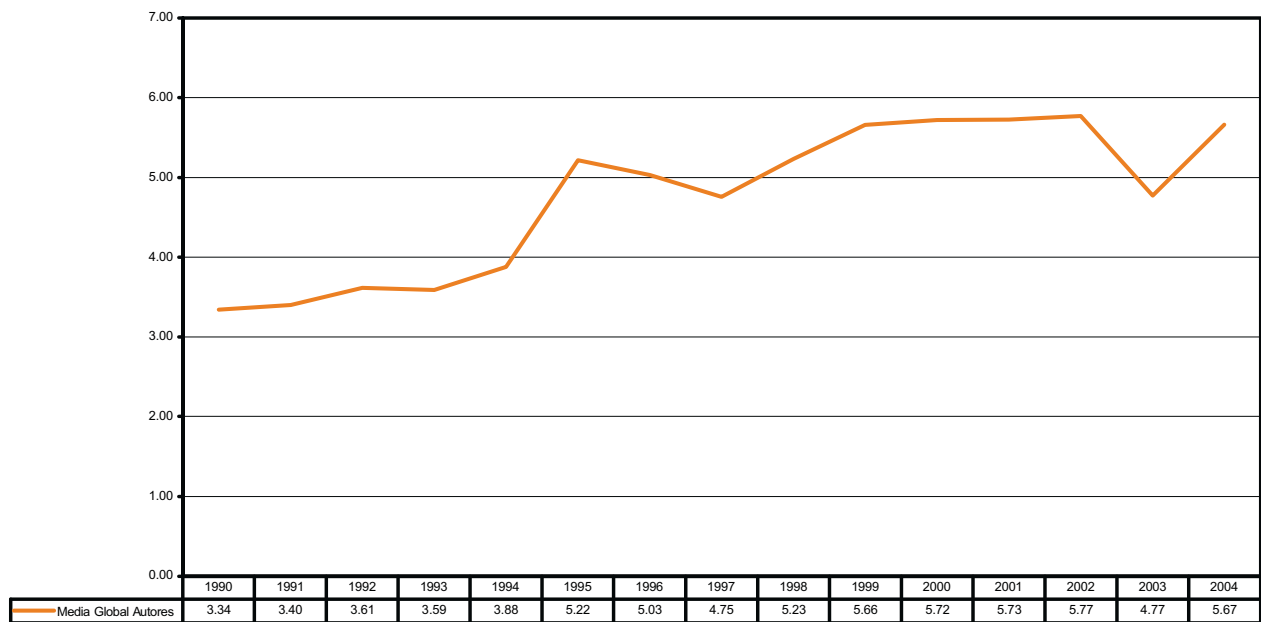


Tabla 13. Índice de Coautoría

ClaseAb	Media 90-04	1990	2004	TVP
AGR	3.96	2.71	4.34	60.01
ALI	4.10	3.38	4.57	35.36
CIV	2.91	2.10	3.25	54.86
COM	2.65	2.00	3.06	52.77
CSS	2.24	1.46	2.19	50.30
DER	1.33	1.11	1.44	30.00
ECO	2.02	1.61	1.98	22.77
ELE	3.02	2.57	3.12	21.25
FAR	4.46	3.52	4.88	38.43
FIL	2.00	1.03	2.62	153.22
FIS	8.83	3.21	10.68	232.69
GAN	4.17	3.60	4.59	27.32
HIS	1.25	1.15	1.23	6.93
MAR	4.21	3.70	4.32	16.95
MAT	2.17	1.76	2.47	40.25
MEC	2.91	2.57	3.20	24.25
MED	4.77	4.05	5.37	32.44
MOL	4.54	3.63	5.15	41.91
PSI	3.20	2.69	5.04	87.79
QUI	4.19	3.66	4.44	21.26
TEC	3.04	2.63	3.14	19.34
TIE	3.79	3.11	4.17	34.08
TQU	3.61	2.94	3.93	33.54
VEG	3.51	2.95	4.00	35.75
Total	5.08	3.34	5.67	69.41

(media 90-94 = media de autores por documento en el periodo; TVP = tasa de crecimiento del periodo)

Gráfico 40. Número de Autores por Documento e Impacto Relativo (1995-2004)

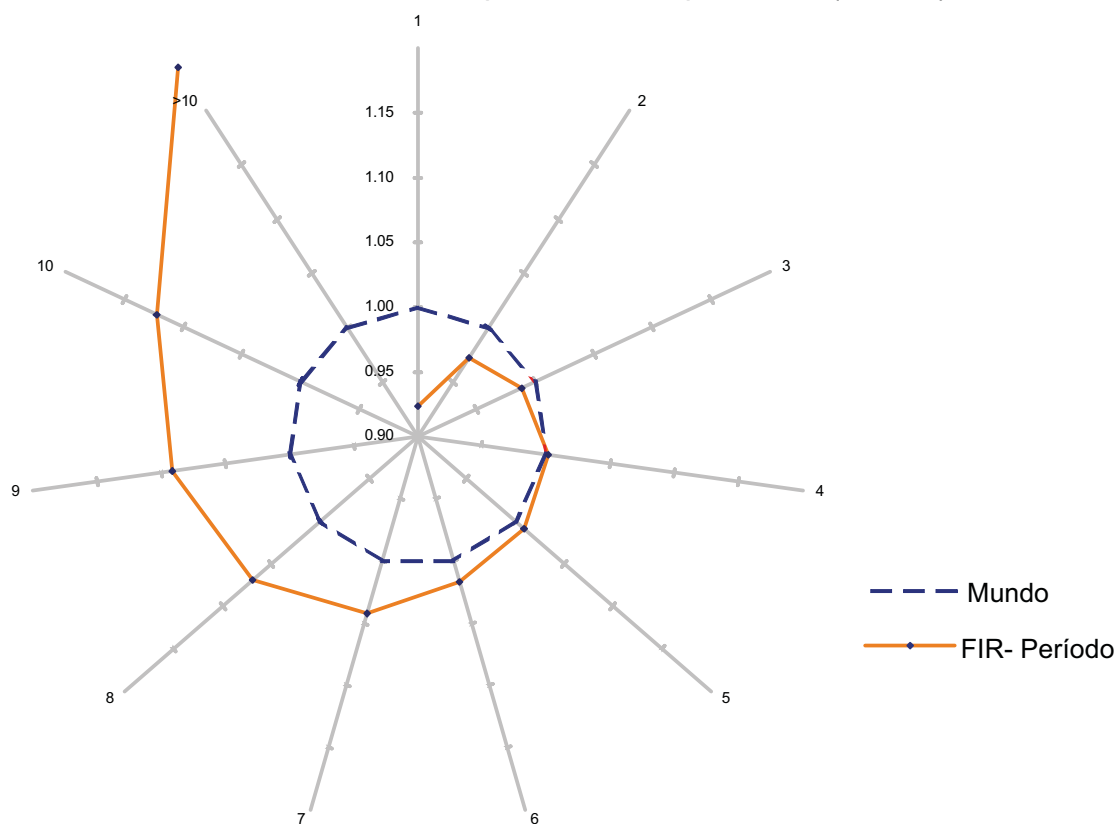


Gráfico 41. Índice de Coautoría por Clase ANEP-Período

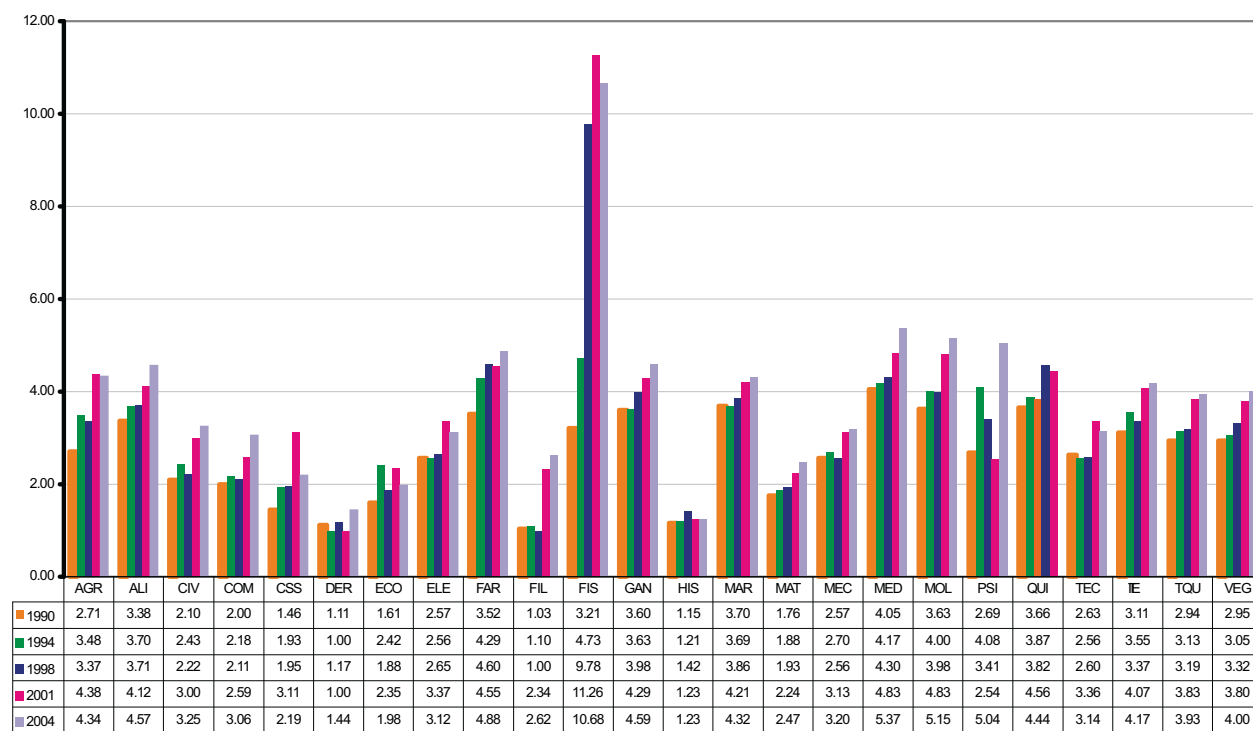
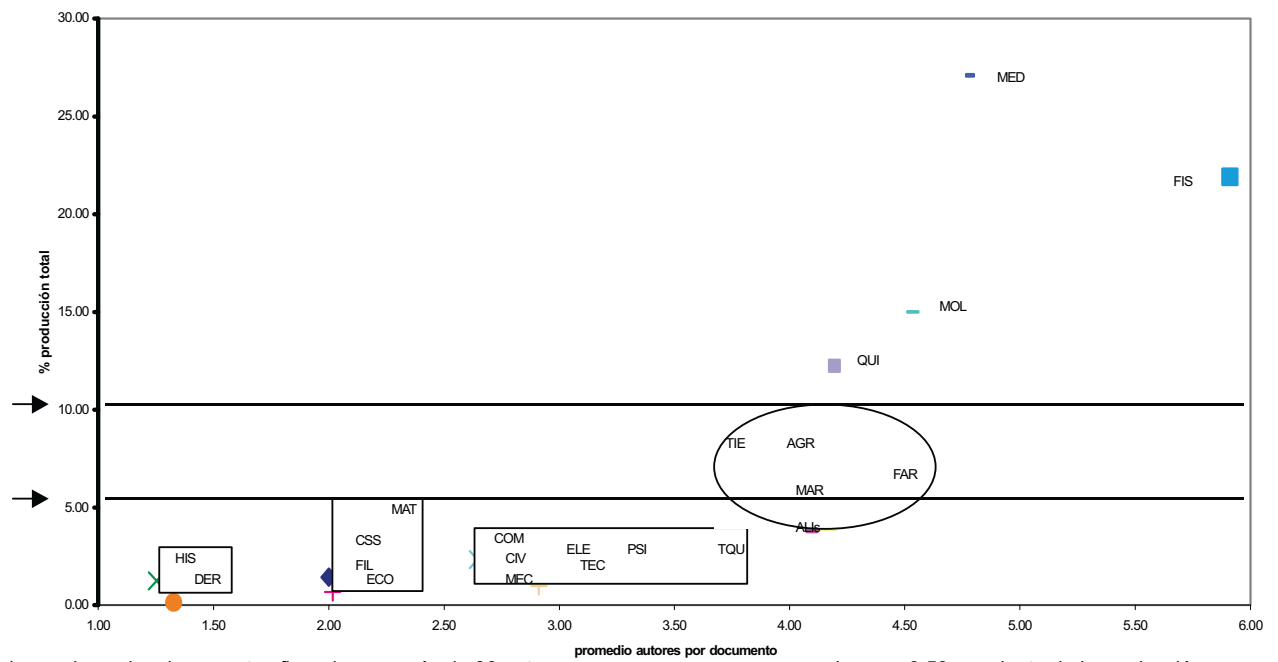


Gráfico 42. Promedio de Autores por Documento frente a Porcentaje de la Producción Total (1990- 2004)



(se excluyen los documentos firmados por más de 30 autores y que apenas se corresponden con 0.53 por ciento de la producción total)

Tabla 14. Relación entre Tasa de Producción y de Coautoría

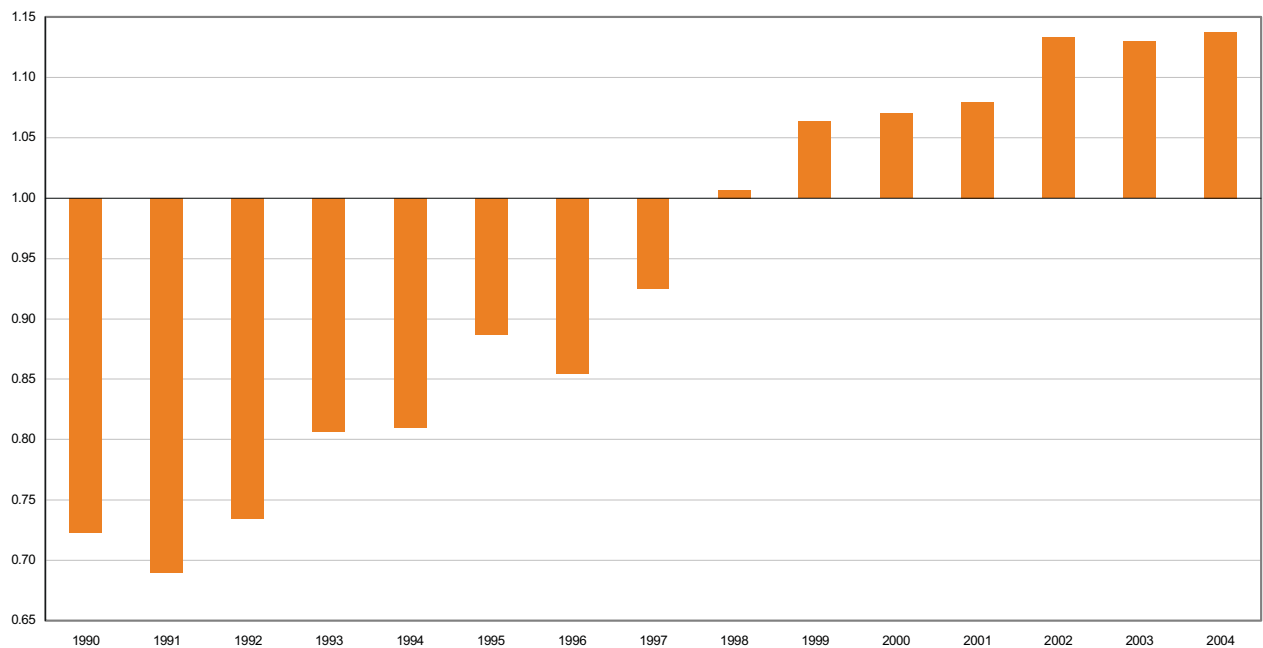
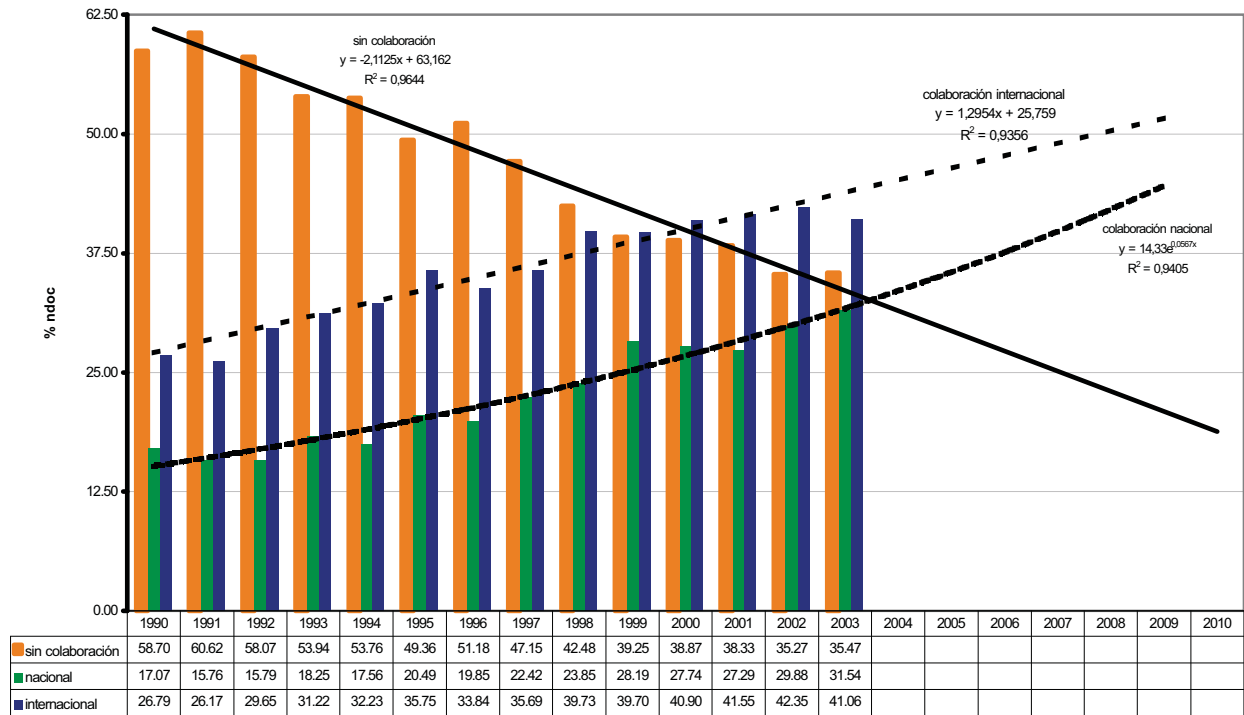


Gráfico 43. Situación y Tendencias de los Patrones de Producción en Colaboración



◊ En el transcurso del tiempo ha aumentado significativamente la colaboración de los investigadores mexicanos con otros investigadores de México y el mundo,

- ◊ Cuatro de cada 10 artículos tiene colaboración internacional
- ◊ Tres de cada 10 artículos tiene colaboración nacional
- ◊ Los artículos sin colaboración se reducen de 59 por ciento a 35 por ciento

Gráfico 44. Situación y Tendencia del Potencial Investigador según Tipos de Colaboración

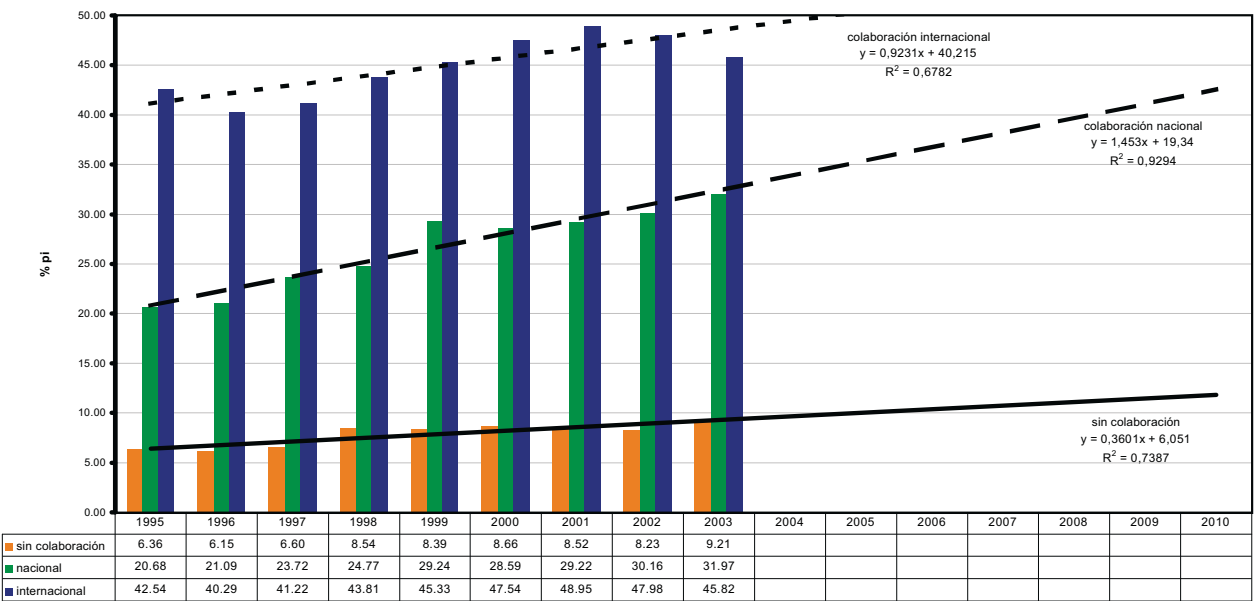
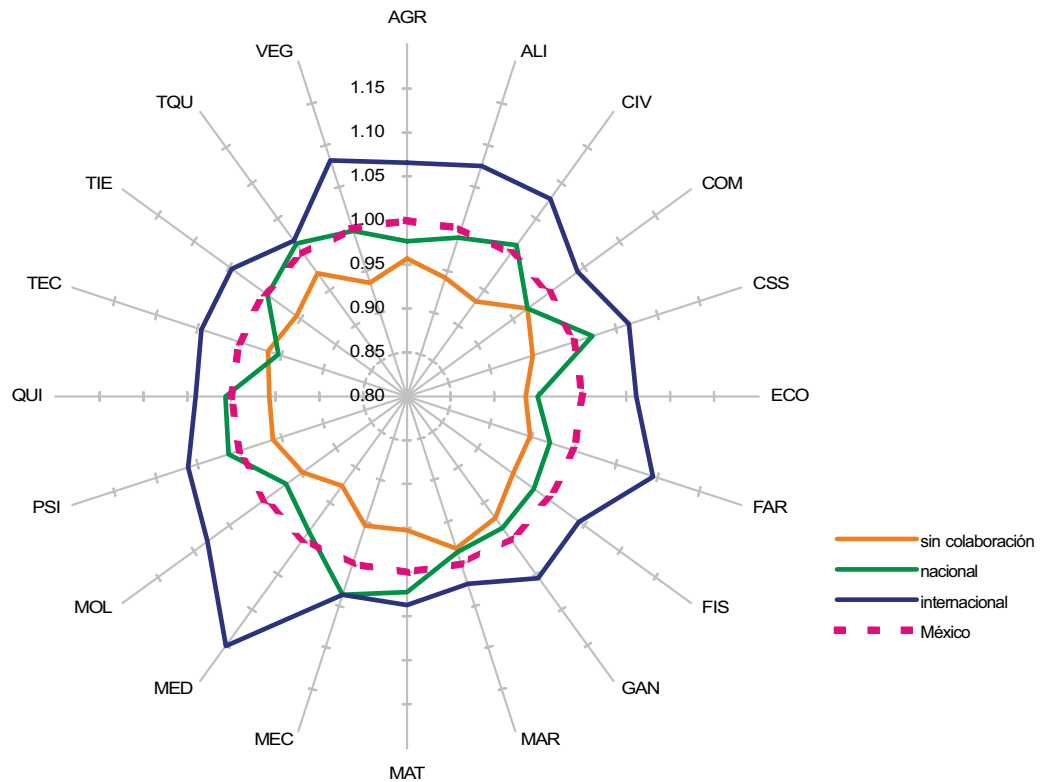
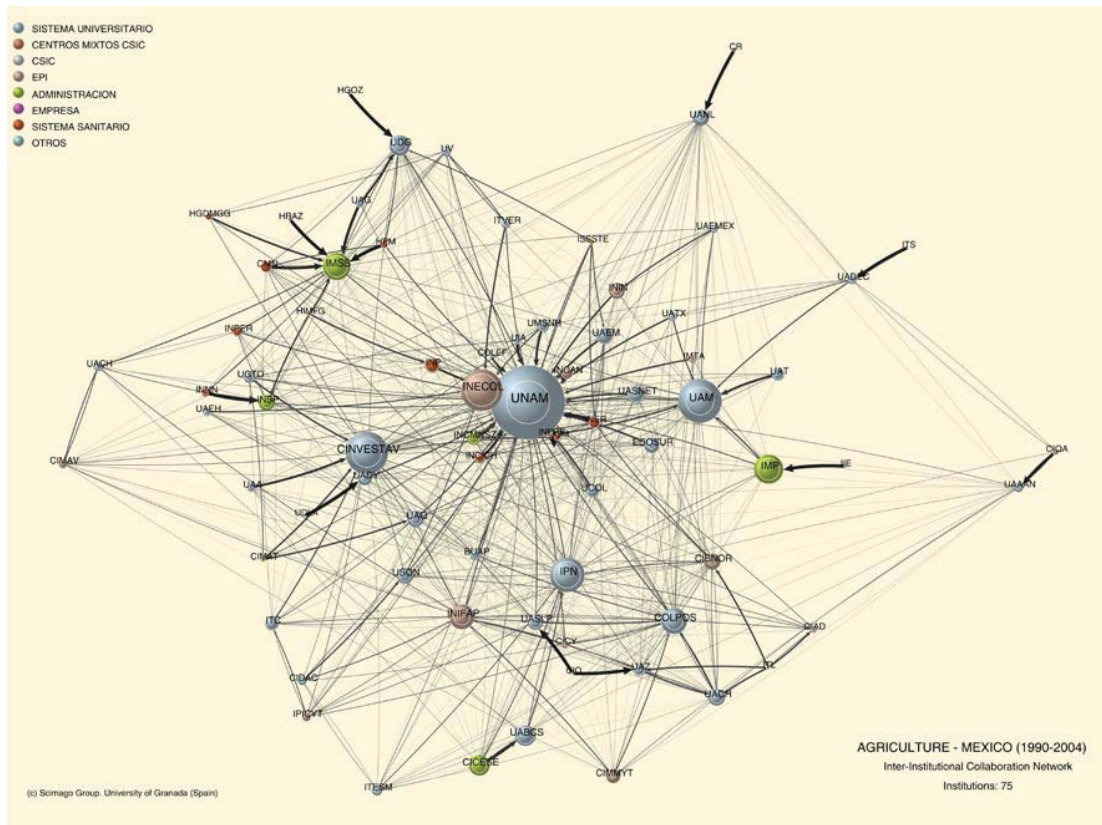


Gráfico 45. Impacto por Clases ANEP según Tipos de Colaboración

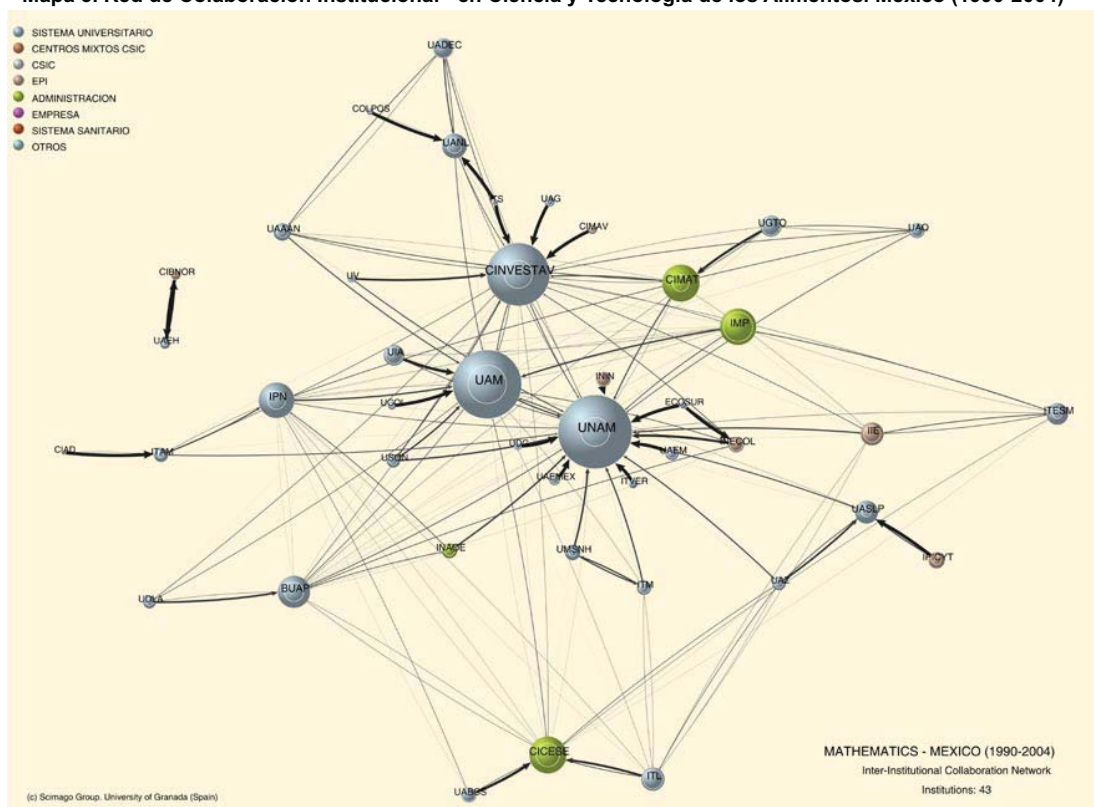


Mapa 2. Red de Colaboración Institucional<sup>3</sup> en Agricultura. México (1990-2004)

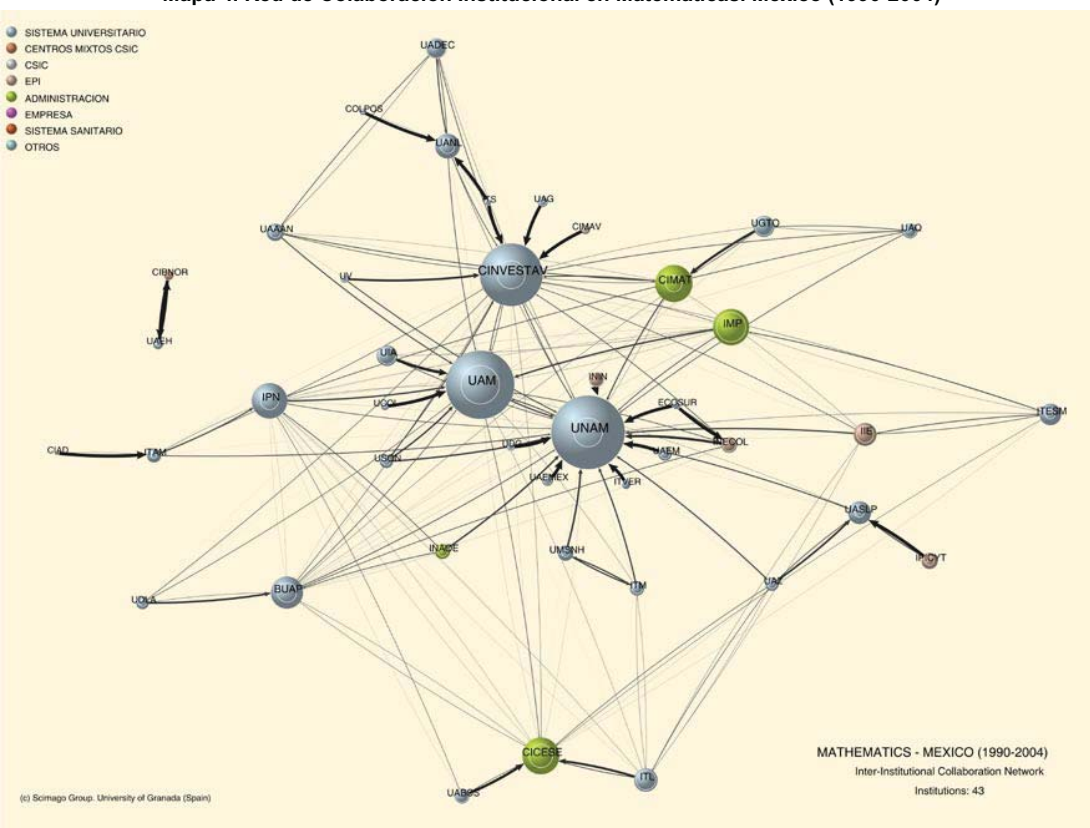


<sup>3</sup> Instituciones con más de cien documentos.

**Mapa 3. Red de Colaboración Institucional<sup>4</sup> en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. México (1990-2004)**



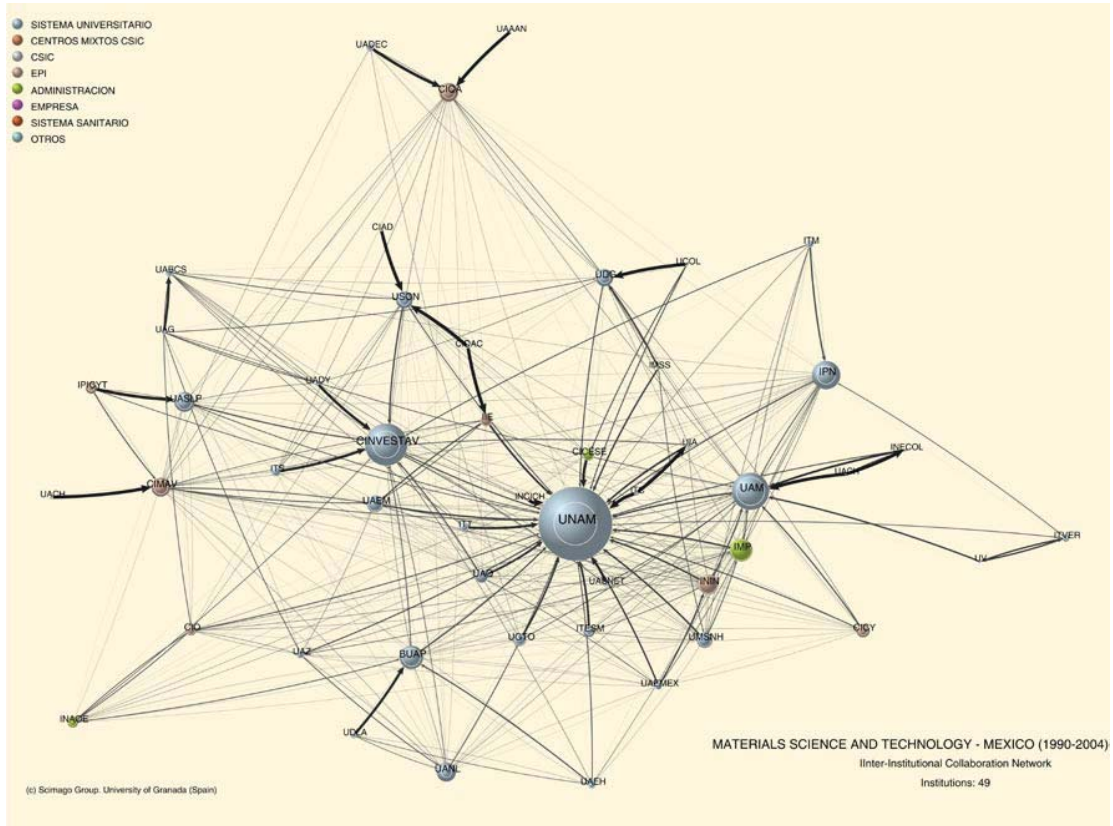
**Mapa 4. Red de Colaboración Institucional en Matemáticas. México (1990-2004)**



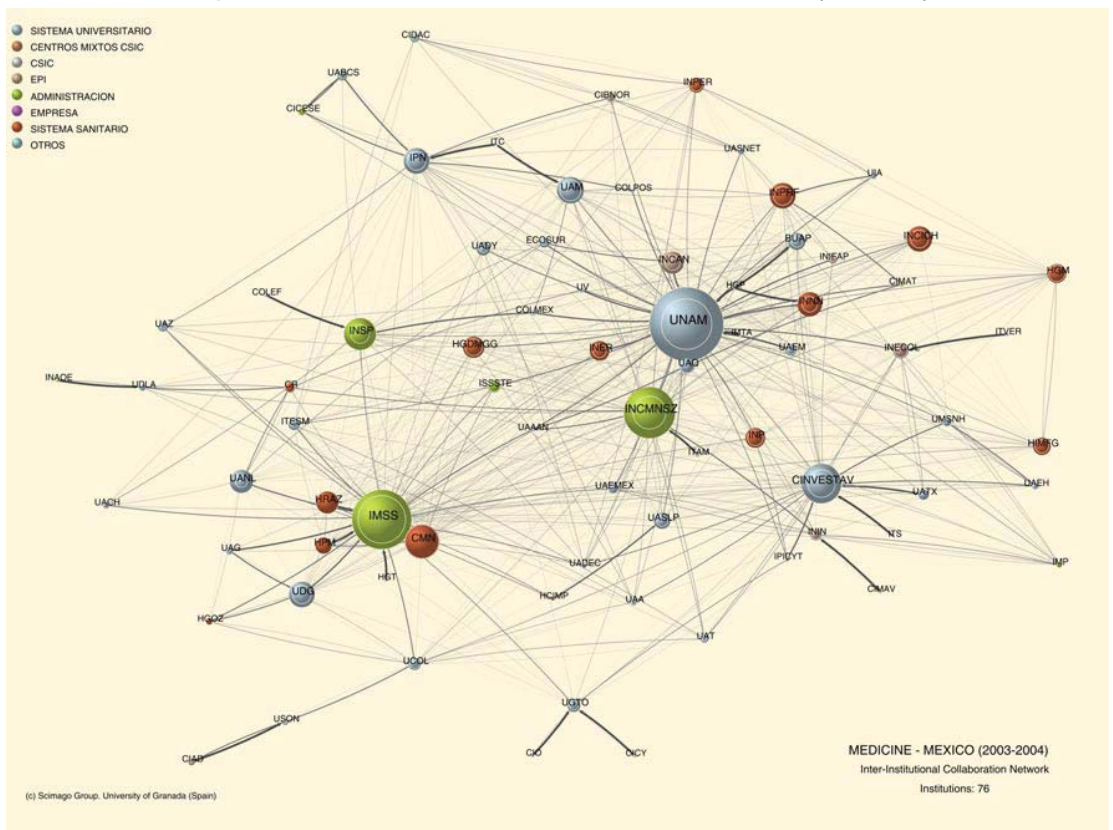
<sup>4</sup> Instituciones con más de cien documentos.



Mapa 5. Red de Colaboración Institucional en Ciencia y Tecnología de los Materiales. México (1990-2004)



Mapa 6. Red de Colaboración Institucional en Medicina. México (1990-2004)





## 1.7.2 Colaboración internacional

Tabla 15. Evolución del Número de Países en Colaboración

Número de Países	Total	%	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	TVP
1	41675	61.95	1316	1558	1598	1834	1945	2245	2660	2832	2917	3221	3345	3692	3675	4211	4626	251.52
2	19776	29.40	402	472	543	657	753	1008	1067	1274	1616	1627	1785	1955	1968	2235	2414	500.50
3	3978	5.91	62	52	100	119	130	176	209	204	222	325	363	458	487	493	578	832.26
4	910	1.35	9	12	12	23	21	33	49	55	59	101	75	101	120	118	122	1255.56
5	336	0.50	3	9	8	18	11	10	5	16	17	18	31	37	60	44	49	1533.33
6	116	0.17	2	3	2	5	1	1	3	6	4	12	13	19	14	12	19	850.00
7	74	0.11	2	3	2	1	3	2	2	3	3	7	8	9	9	4	16	700.00
8	78	0.12	1		1	4	1	12	10	3	2	1	8	10	11	6	8	700.00
9	54	0.08	1	2	2	2	1		10	11	5	3	1	2	4	1	9	800.00
10	57	0.08				1	2		1		9	15	6	6	3	7	7	600.00
11	12	0.02						1			1	1	2	1	2	3	1	0.00
12	11	0.02			1	1	1		1		1	1	1	2		1	1	0.00
13	36	0.05				1		1		3		10	17		1	1	2	100.00
14	47	0.07					1	2	1		1		2	9	10	8	13	1200.00
15	22	0.03							2		1		2	9	3	1	4	100.00
16	15	0.02			1									7	7			600.00
17	6	0.01				1		3	1								1	0.00
18	2	0.00														1	1	0.00
19	2	0.00								1			1					0.00
20	2	0.00									1					1		0.00
23	1	0.00							1									0.00
24	1	0.00							1									0.00
25	1	0.00						1										0.00
27	2	0.00			2													0.00
28	1	0.00						1										0.00
29	2	0.00															2	0.00
30	2	0.00							1						1			0.00
Totales	67276	100.00	1799	2113	2273	2668	2870	3499	4031	4416	4885	5342	5660	6318	6376	7150	7876	337.80

Gráfico 46. Factor de Impacto Relativo según Número de Países

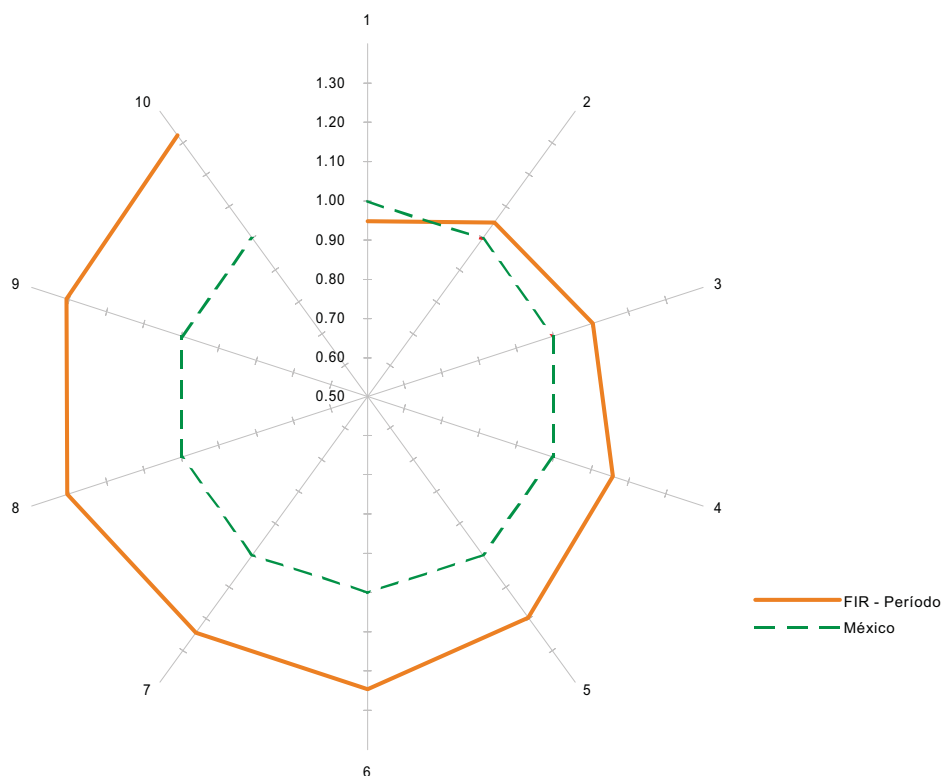


Tabla 16. Porcentaje de Producción en Colaboración con Respecto al Total del Campo Científico

	ClaseAb	%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	23	24	25	27	28	29	30
	AGR	59.92	32.72	5.72	0.99	0.22	0.13	0.07	0.15	0.04	0.02				0.02														
	ALI	63.47	30.89	4.43	0.66	0.22	0.11	0.11	0.04			0.04									0.04								
	CIV	65.78	29.57	4.08	0.57																								
	COM	55.43	38.26	5.31	0.75	0.25																							
	CSS	68.13	26.44	3.99	0.64	0.32	0.24		0.16				0.08																
	DER	73.53	24.51	0.98	0.98																								
	ECO	52.24	39.66	7.25	0.43	0.43										0.08													
	ELE	56.79	36.38	5.91	0.61	0.23																							
	FAR	67.95	26.04	4.32	0.83	0.36	0.06	0.06	0.19	0.03	0.08	0.03								0.03	0.03								
	FIL	80.69	16.45	2.25	0.31		0.10	0.10	0.10																				
	FIS	51.02	33.33	9.93	2.83	1.11	0.26	0.17	0.20	0.18	0.24	0.02	0.02	0.21	0.25	0.13	0.09	0.01	0.01										
	GAN	62.77	30.49	5.06	0.76	0.45	0.07	0.10	0.10		0.07	0.07				0.07													
	HIS	91.04	8.12	0.60	0.12		0.12																						
	MAR	57.16	35.90	5.46	1.08	0.24	0.11	0.05																					
	MAT	50.20	42.31	6.65	0.69	0.15																							
	MEC	64.96	30.98	3.31	0.45	0.15	0.15																						
	MED	72.43	21.65	3.57	0.90	0.46	0.26	0.19	0.15	0.09	0.08	0.03	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
	MOL	63.13	28.76	5.68	1.36	0.41	0.19	0.15	0.13	0.09	0.04	0.01	0.01	0.01	0.02					0.01									
	PSI	76.95	20.14	2.00	0.52	0.13	0.13						0.13																
	QUI	61.16	32.35	5.35	0.70	0.16	0.06	0.07	0.10	0.01	0.02				0.01														
	TEC	55.38	37.38	6.29	0.52	0.34										0.09													
	TIE	57.81	33.48	6.73	1.33	0.22	0.11	0.04	0.14	0.02	0.05				0.07														
	TQU	61.24	34.31	4.06	0.33	0.07																							
	VEG	62.42	30.96	4.96	0.93	0.32	0.12	0.07	0.09	0.04	0.02	0.01			0.02	0.02													

(%= porcentaje con respecto a la producción total; 1= producción en colaboración nacional)

Tabla 17. Factor de Impacto Relativo con Respecto a México

ClaseAb	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	23	24	25	28	30	
AGR	0.95	1.06	1.07	1.19	1.16	1.55	1.41	1.16	1.26	0.96				0.99												
ALI	0.95	1.08	1.05	1.05	0.89	1.44	1.50	0.88			1.67															
CIV	0.96	1.07	1.12	1.03																						
COM	0.97	1.04	1.04	1.02	1.20																					
CSS	0.96	1.06	1.09	0.99	0.98			1.36				0.99														
ECO	0.93	1.06	1.08	0.94	1.24																					
ELE	0.96	1.05	1.07	1.06	1.33										1.04											
FAR	0.95	1.09	1.11	1.07	1.23	1.40		1.01		0.90	1.76							1.21								
FIS	0.96	1.02	1.07	1.08	1.10	1.15	1.14	1.28	1.32	1.34	1.24	1.37	1.38	1.15	1.26	1.25	1.22	1.27								
GAN	0.97	1.04	1.06	1.23	1.23	1.25	1.16	1.15		1.17	1.32				1.41											
MAR	0.98	1.02	1.02	1.18	1.14	1.08	0.94																			
MAT	0.96	1.03	1.05	0.97	1.50																					
MEC	0.98	1.03	1.08	0.96	1.43	1.06																				
MED	0.93	1.13	1.20	1.30	1.21	1.28	1.39	1.33	1.25	1.21	1.70	1.39	1.58	0.99	1.64			1.39	1.03	1.53	1.23	1.89	0.96	1.98	2.30	1.48
MOL	0.95	1.06	1.11	1.19	1.38	1.41	1.28	1.26	1.33	1.05	1.10		0.85	0.93				1.22								
PSI	0.97	1.06	1.12	0.93	1.00	0.96						0.80														
QUI	0.97	1.03	1.07	1.12	1.32	1.48	1.17	1.12		0.96				0.99												
TEC	0.96	1.04	1.05	1.15	1.22										1.04											
TIE	0.96	1.04	1.05	1.15	1.17	1.28	1.55	1.20		1.04				1.20												
TQU	0.99	1.02	1.06	0.89	1.31																					
VEG	0.95	1.06	1.13	1.28	1.33	1.41	1.32	1.26	1.34	1.28	1.44			1.38	1.55											

Notas:  
Las celdas sombreadas en gris señalan aquellas clases en las que la colaboración nacional, en el caso de la columna (1), e internacional en las demás columnas, es inferior a la media de impacto del país; las celdas sombreadas en azul señalan los casos en los que la colaboración con los países es superior a la media.

Tabla 18. Países Colaboradores por Campos Temáticos (más de 14 Documentos)

country	ndoc	%	AGR	ALI	CIV	COM	CSS	DER	ECO	ELE	FAR	FIL	FIS	GAN	HIS	MAR	MAT	MEC	MED	MOL	PSI	QUI	TEC	TIE	TQU	VEG
MEXICO	67276		5426	2724	1055	1601	1250	102	468	1301	3607	979	14710	2899	837	3788	2745	665	18267	10110	1546	8251	1159	5570	1504	9623
USA	17342	25.78	1140	472	148	221	274	19	151	173	585	112	2613	493	38	439	424	104	3100	1979	215	1200	159	1153	204	1926
SPAIN	3909	5.81	152	111	48	62	32		20	55	101	19	1087	81	8	263	125	27	371	294	42	409	43	210	92	257
FRANCE	3717	5.53	196	108	34	149	17		6	82	73	3	900	122	4	161	186	18	318	357	24	353	80	258	66	202
ENGLAND	2816	4.19	142	71	38	54	30	3	27	46	72	11	676	86	5	130	84	32	359	234	21	202	35	151	55	252
CANADA	2176	3.23	131	40	25	49	27		7	35	86	8	313	73		56	80	15	340	200	16	184	38	195	55	203
GERMANY	2152	3.20	78	38	13	26	6	1	2	15	66	1	743	28	1	86	108	6	237	201	23	155	12	145	19	142
NETHERLANDS	1663	2.47	119	42	19	38	21	5	8	30	74	26	248	51	7	35	58	12	268	185	11	98	28	100	21	159
RUSSIA	1306	1.94	25	13	4	27	1			25	2		712	14		58	69	6	34	48	1	129	25	82	6	25
ITALY	1218	1.81	37	8	5	16	6	1	6	11	29		537	17	4	23	40	4	139	115	4	84	11	73	8	40
BRAZIL	1198	1.78	45	26	6	6	11		3	9	31	6	416	22	2	37	40		173	125	6	84	8	41	6	95
CUBA	1102	1.64	43	29	11	15	4		1	26	26	2	253	37	2	159	17	1	92	79	8	144	25	49	12	67
ARGENTINA	954	1.42	31	20	2	6	11		1	5	30	3	300	23	3	31	11	1	128	99	4	99	5	27	6	108
JAPAN	847	1.26	17	13	2	11	2			15	15	2	217	13		100	50	6	98	77	2	66	15	69	11	46
AUSTRALIA	637	0.95	66	17	3	3	5		5	3	23	7	102	37	2		12	1	99	85	10	16	2	32	3	104
CHILE	617	0.92	24	19	2	12	3		1	1	19		199	18		10	21	2	99	59	3	37	1	37	5	45
COLOMBIA	600	0.89	48	18		3	4		1	3	9		200	24		18	4	1	101	61	7	32	2	18	1	45
BELGIUM	578	0.86	16	6	4	4	7		2	17	25	4	137	17	2	16	12	3	88	79	1	25	16	23	7	67
INDIA	562	0.84	46	14	1		3		4	8	7	2	208	13		37	9	1	50	31	2	50	8	43	3	22
POLAND	545	0.81	5	3	4	5	4			2	10		314	1		13	58	1	42	20	3	39	2	4	4	11
VENEZUELA	498	0.74	16	20	7	8	4			14	28	2	58	17		29	13	1	101	52	3	42	14	15	5	49
SWEDEN	491	0.73	23	17	2	3	3		2	5	20	1	97	25	1	7	4		89	98	6	29	5	15	5	34
PEOPLES R CHINA	487	0.72	28	8	8	9	1		1	13	11	1	157	8		35	23	4	47	39	2	31	11	18	10	22
SCOTLAND	466	0.69	24	11	2	4	3	1	3	12	17	2	83	37		20	8		64	38		36	12	28		61
SWITZERLAND	465	0.69	17	7	1	2	2		2	5	14	2	127	7	1	6	7		113	65	1	25	5	24	2	30
UKRAINE	440	0.65	3		2	6				21			224			45	17	5	5	9		54	20	17	8	4
ISRAEL	383	0.57	14	12	2	18	2		1	6	7		114	4		3	24	2	81	37	1	24	5	3	1	22
CZECH REPUBLIC	365	0.54	4	4		18				7	3	1	124	10		1	21		85	18	2	21	8	2	2	34
SOUTH KOREA	263	0.39	5	3		16				1	4	1	162	2		5	4		20	15		10	1	5		9
DENMARK	255	0.38	11	3	2	3	2		1	1	18		48	8	1	4	3		43	32		16	1	14	7	37
COSTA RICA	231	0.34	21	1	1	1			1		6	4	5	8		8	1		48	36		13		19	1	57
GUATEMALA	187	0.28	4	18			1				17	1	4	2	1				67	30	1	4		2		35
URUGUAY	178	0.26	18				1	1			14	1	14	9		2	4		33	17	5	10		13		36
SOUTH AFRICA	169	0.25	7	2		1	3		1	6	3	2	34	4	1		2		44	27		6	6	5	1	14
AUSTRIA	157	0.23	11	3		2				3	4		36	3		6	5		27	9	1	11	3	14	1	18
WALES	144	0.21	10	2	3	3	2			2	4	1	23	9	2	5	2	2	17	13		9	1	11		23
HUNGARY	140	0.21	1	2						5			50	4		7	2		26	19	1	12		1	1	9
NORWAY	138	0.21	8	2		5				3	4		8	7			6		39	16	1	12	3	8	1	15
SLOVAKIA	136	0.20	1	1		1							91	1		23	1		4	3		4		2	1	3
GREECE	135	0.20				2	1		1	2	3		77			4	3		26		1	6	2	6		1
ROMANIA	133	0.20			2	3				1	5		40			6	12	1	7	2		44		6	4	
PORTUGAL	132	0.20	7	2	2	4	1			2	1		27	3		5	9	1	30	13		10	2	8		5
THAILAND	131	0.19	18	3			1				6		10	2		4			42	13		11		5		16
FINLAND	128	0.19	2	2	1	2	1			1	6		51	4		1	3		25	18	2	1	1	1	1	5
PERU	115	0.17	6	2	4						5	1	12	2		12			40	7		3		4	4	13
ECUADOR	112	0.17	6	2							1	1	55	5		1			25	5		1		2		8

country	ndoc	%	AGR	ALI	CIV	COM	CSS	DER	ECO	ELE	FAR	FIL	FIS	GAN	HIS	MAR	MAT	MEC	MED	MOL	PSI	QUI	TEC	TIE	TQJ	VEG
NEW ZEALAND	106	0.16	10	1	1	1	3			1	5		11	4		1	1	1	23	7	2	2	1	11		20
IRELAND	84	0.12	1	5		2				2	3		30	4		2	2	2	14	4		2	2	2	3	4
TAIWAN	79	0.12	2							1	2		24			3	4	1	16	7	1	2	1	7		8
TURKEY	77	0.11	9		2						1		30			2	1	2	14	4	1	1		3		7
ARMENIA	75	0.11											74						1							
HONDURAS	72	0.11	11	6							2	1		6					13	15	1	1		1		15
PHILIPPINES	71	0.11	19	2					1		5			2					19	5		1		1		16
BULGARIA	70	0.10	3			3					1		43			3		1	1	2		7	3	1		2
BOLIVIA	58	0.09	2		1		1				2		3	2					16	4	1	2		5		19
SINGAPORE	56	0.08	1	1		2	3		1	1			7	1		1	2	1	15	11		1	1			7
PANAMA	55	0.08	2	1	1		1		1	1	6	2	1	1			1		17	4	1	2		3		11
EGYPT	48	0.07	1	2	1		1		1	2	4		3	1		5			9	2		4	2	5		3
KENYA	46	0.07	7	2			1			1	2			2					14	3	1	2	1	3		7
NORTH IRELAND	45	0.07		1									10	6					8	10	1	1		1		7
SLOVENIA	41	0.06											26						8					1		1
ESTONIA	36	0.05				3				1			19	2			2						1	5		2
BYELARUS	34	0.05							2				12			8	2						6	2	1	1
INDONESIA	34	0.05	2	2							2		1						15	5		2		1		4
PAKISTAN	33	0.05	4	1		1					2		3						11	4		3		3		1
FR POLYNESIA	32	0.05												12										2		18
LITHUANIA	31	0.05											15			8	1	1					1	1		4
YUGOSLAVIA	31	0.05	2	1		1						1	5	1		4			6	2		3	1	2	1	1
JAMAICA	29	0.04	1	1						1			3						10	2		4		3		4
MOROCCO	29	0.04	3	1							1		7			3	1		3	2		1		2	1	4
ZIMBABWE	29	0.04	11	1										2					7	3						5
BANGLADESH	27	0.04	2	1	1						1								9	7		2		1		3
USSR	27	0.04											15						4	2		1		5		
NICARAGUA	25	0.04	2											3					5					2		13
CZECHOSLOVAKIA	23	0.03											5						5	3		5			1	4
DOMINICAN REP	23	0.03	1			1					2		1	1					6	4				2		5
ETHIOPIA	22	0.03	4						2					1					6	1		2		2		4
SAUDI ARABIA	22	0.03		1							2		5			1	2	1	7	1						2
HONG KONG	19	0.03	1				1						3			3		1	7	1		2				
ICELAND	19	0.03	1	1							1			1					4	7				2		2
TUNISIA	18	0.03							2							2			7	1		1	2	3		
AZERBAIJAN	17	0.03											10				2		2	2						1
EL SALVADOR	17	0.03				1				1				3					2	1		1		3		5
MALAYSIA	17	0.03	1	1			1				1		1	1					6	2		2				1
NEPAL	16	0.02	5	2						1				1					2	3						2
REP OF GEORGIA	16	0.02				1							8			1	4	1								
SYRIA	16	0.02	5								1		2						1							4
IRAN	15	0.02	1	1							2		1						4	2		1				2
NIGERIA	15	0.02	2				1				3								4	2		1		1		

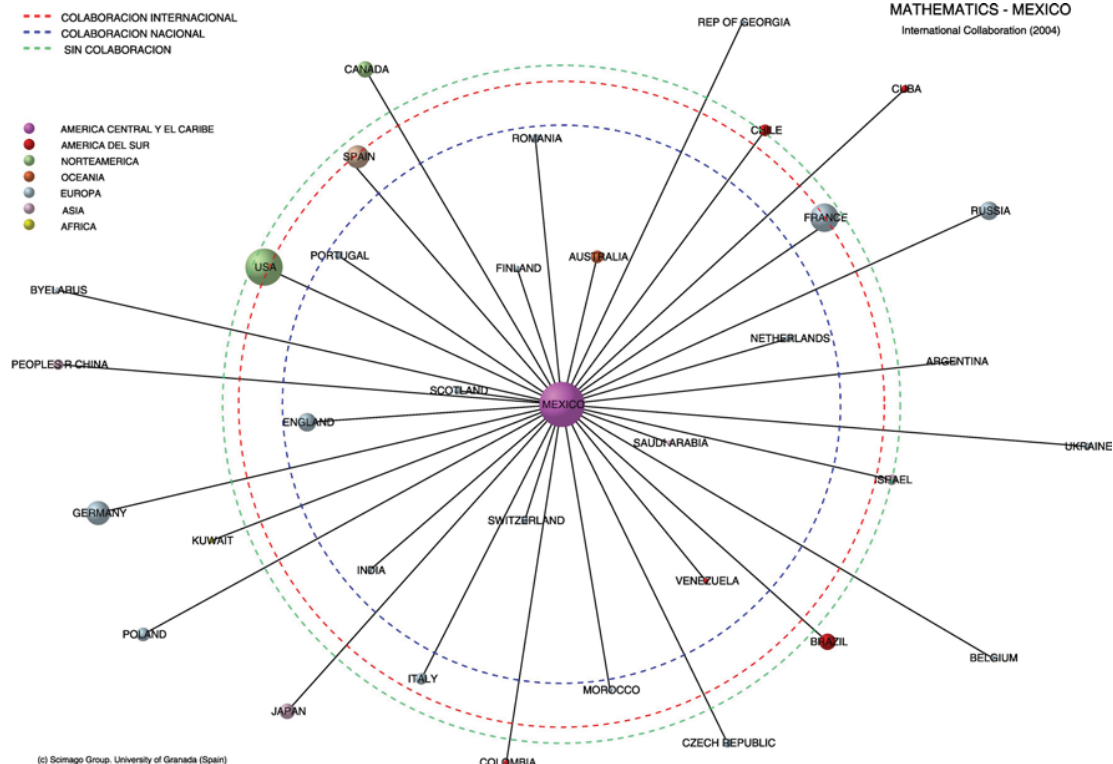
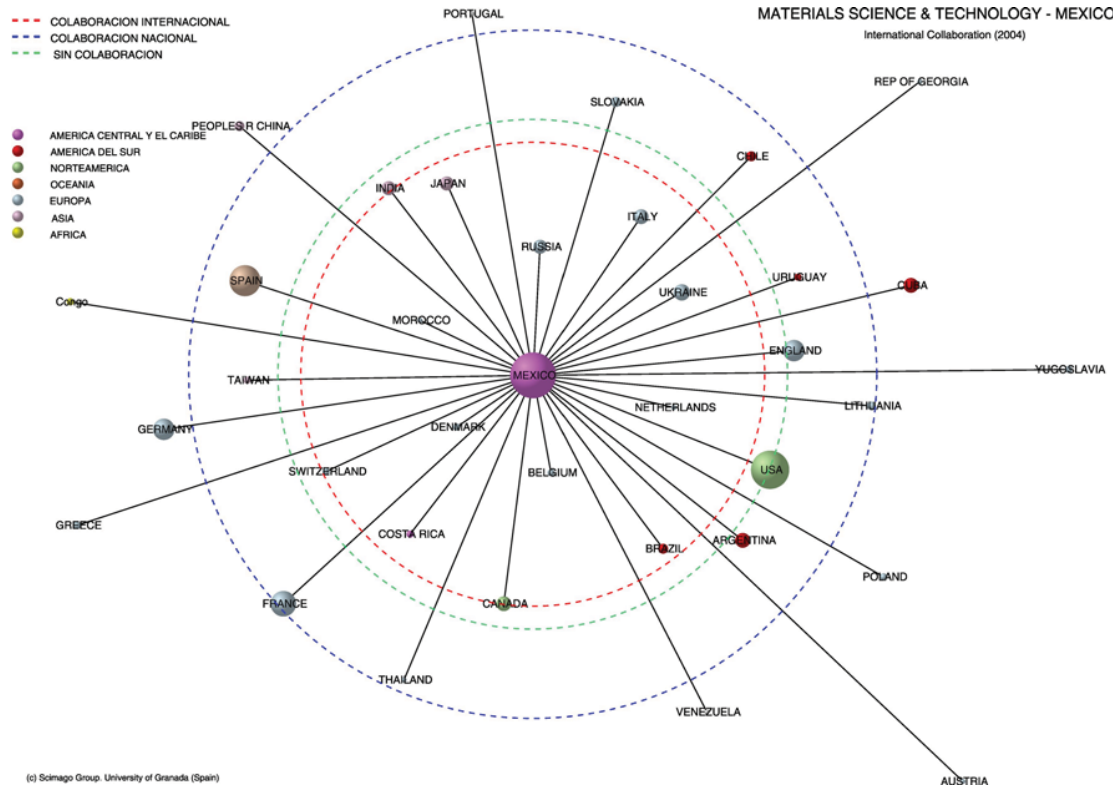
◊ USA es el principal socio en la colaboración científica internacional, en 26 por ciento de los artículos hay colaboración con USA.

◊ 2do España con 5.8 por ciento.

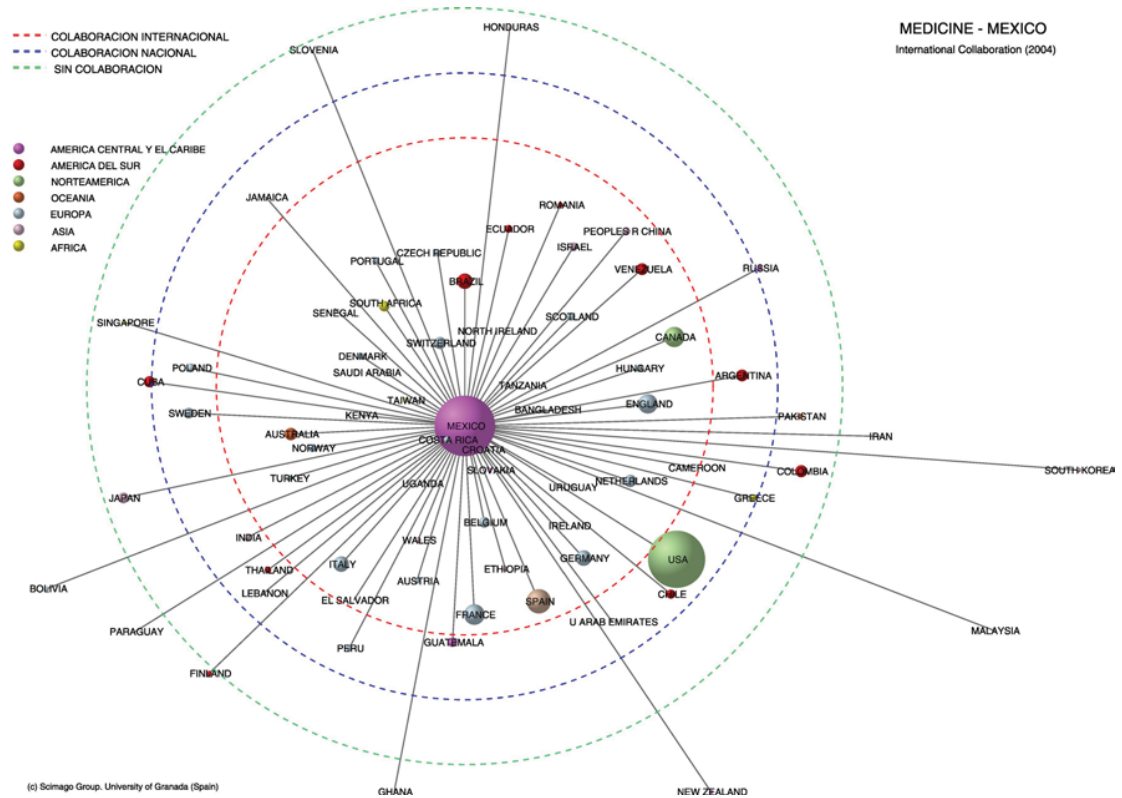
◊ 3ero Francia con 5.5 por ciento.



MATHEMATICS - MEXICO  
International Collaboration (2004)

MATERIALS SCIENCE & TECHNOLOGY - MEXICO  
International Collaboration (2004)

Mapa 11. Países colaboradores. Área ANEP: Medicina. México (2004)



## 1.8 Indicadores regionales- instituciones top

Gráfico 47. Producción Total y Número de Instituciones Top por País (1990-2004)

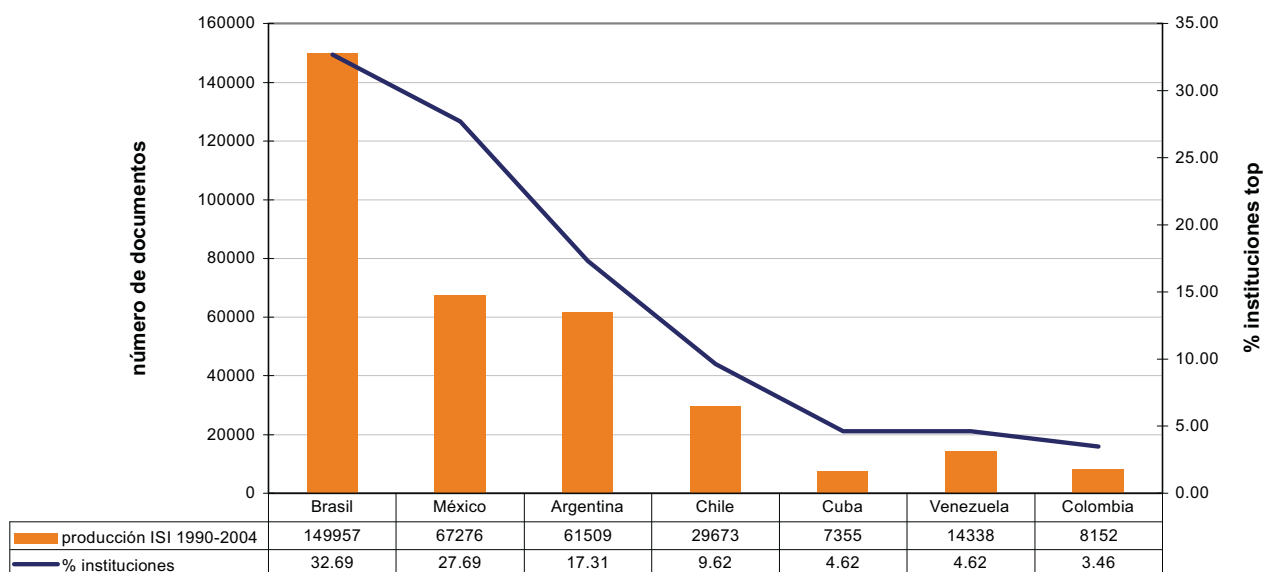




Gráfico 48. Evolución de la Producción ISI en las 30 Instituciones con más Producción

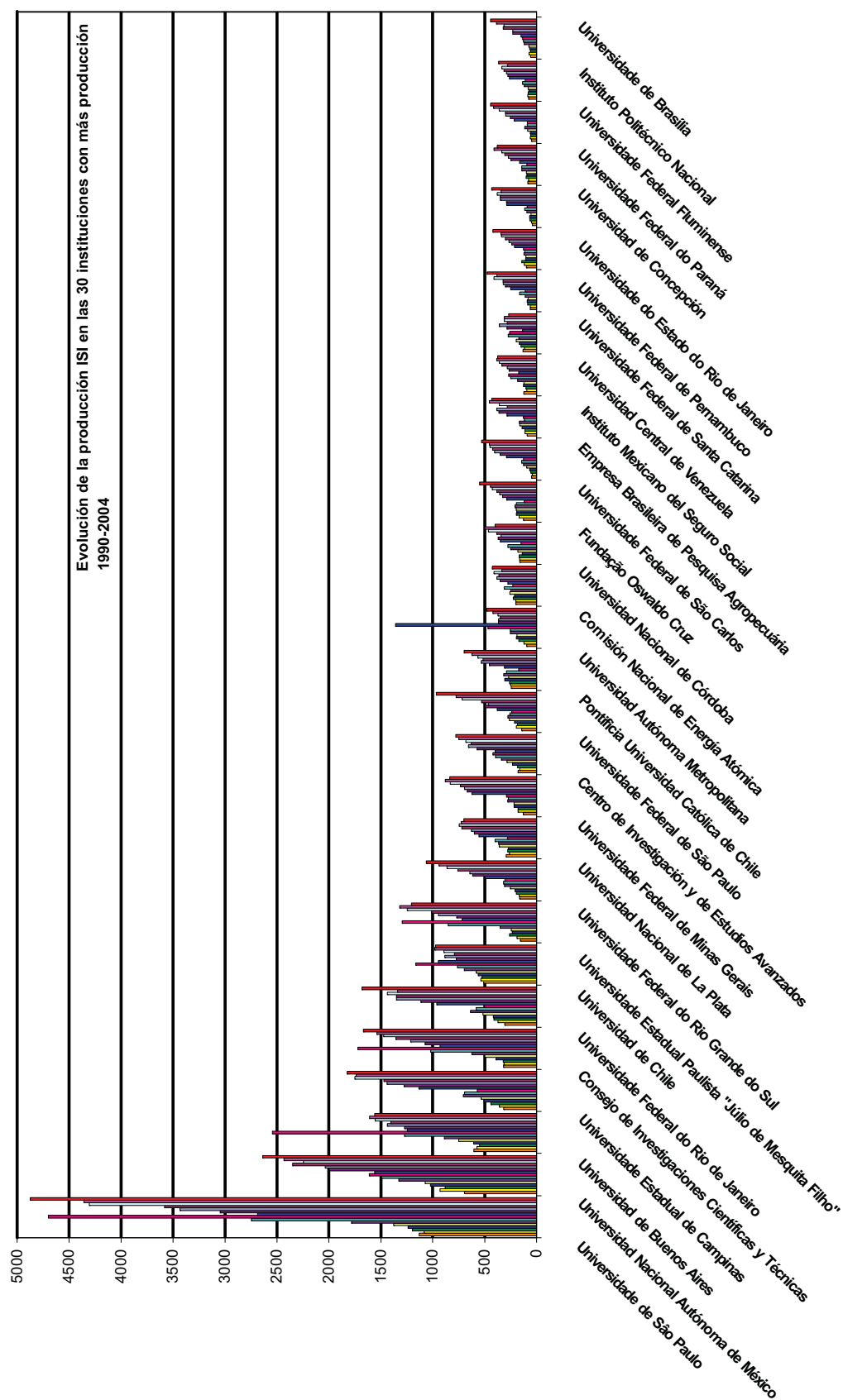


Gráfico 49. Instituciones con más de Tres Mil Documentos (1990-2004)

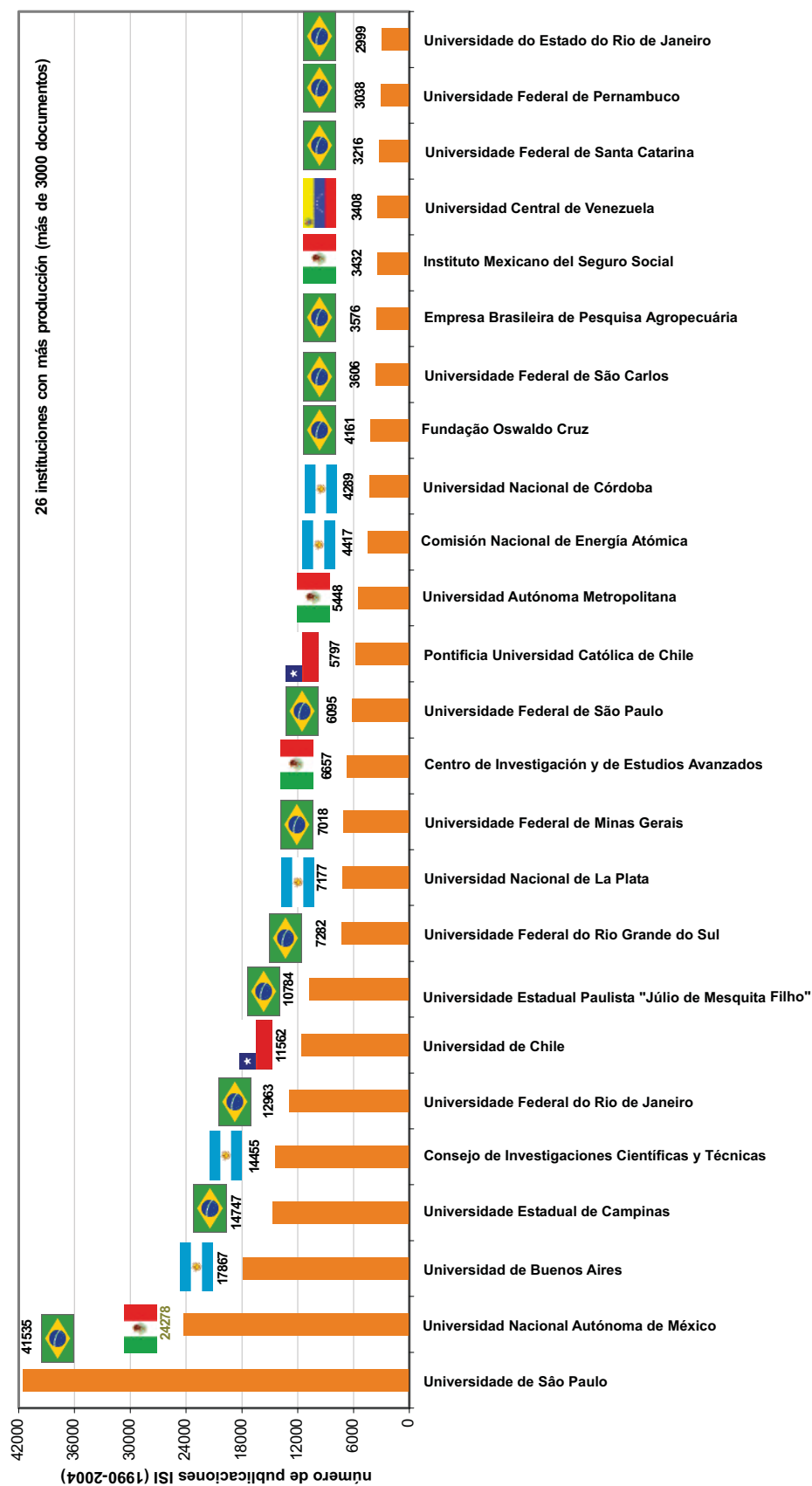


Gráfico 50. Instituciones Top Brasil

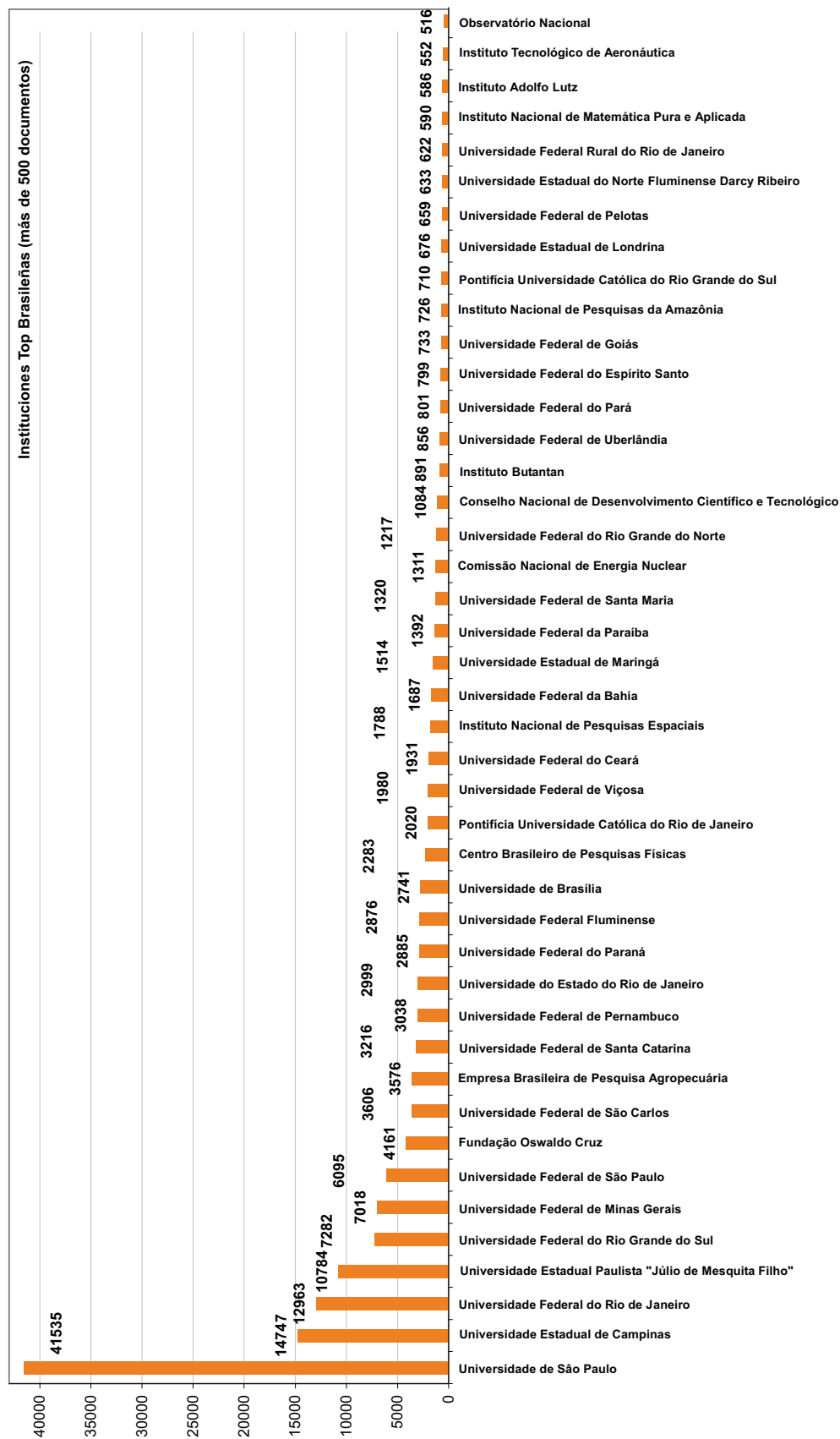


Gráfico 51. Instituciones Top en Argentina

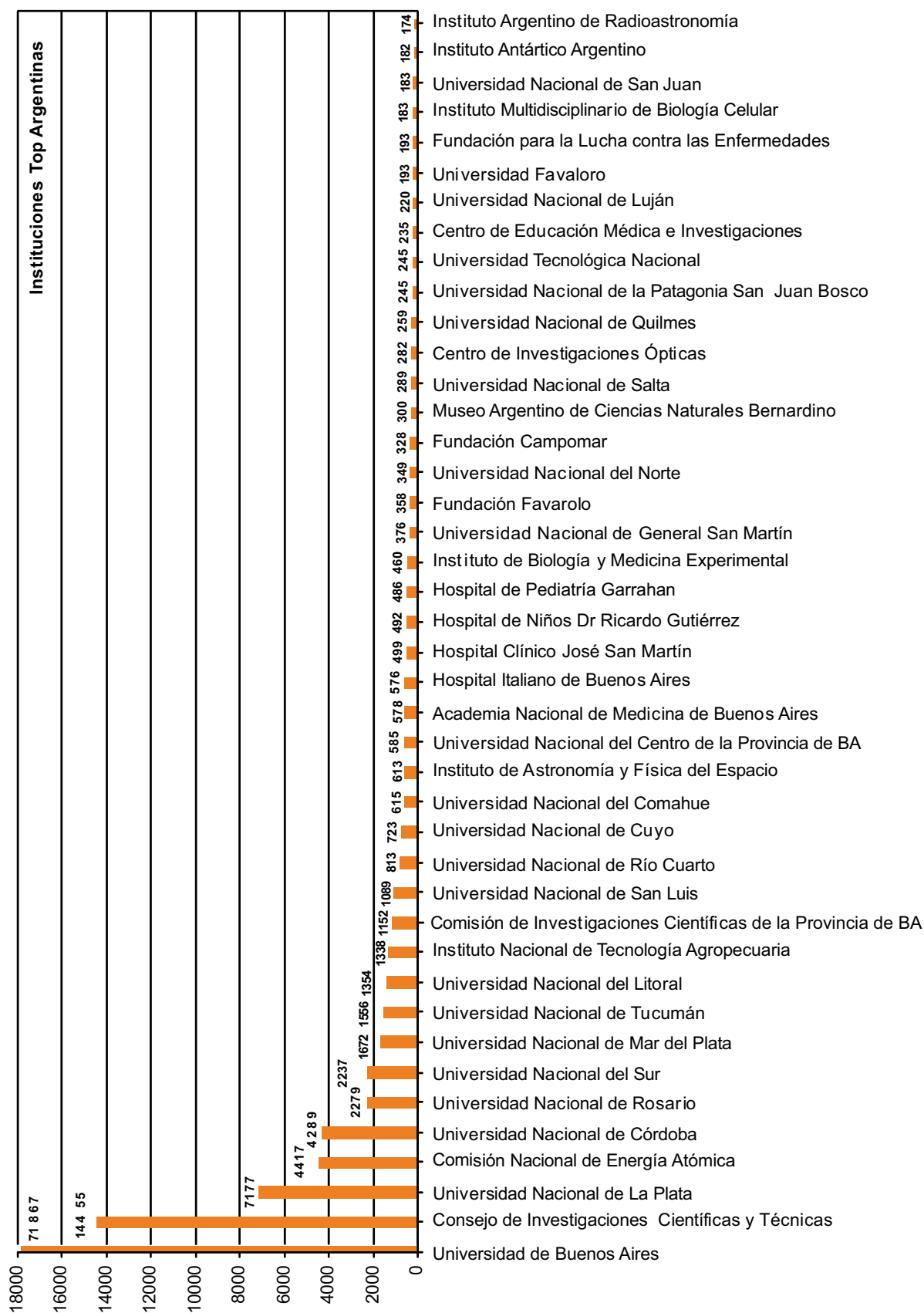


Gráfico 52. Instituciones Top México

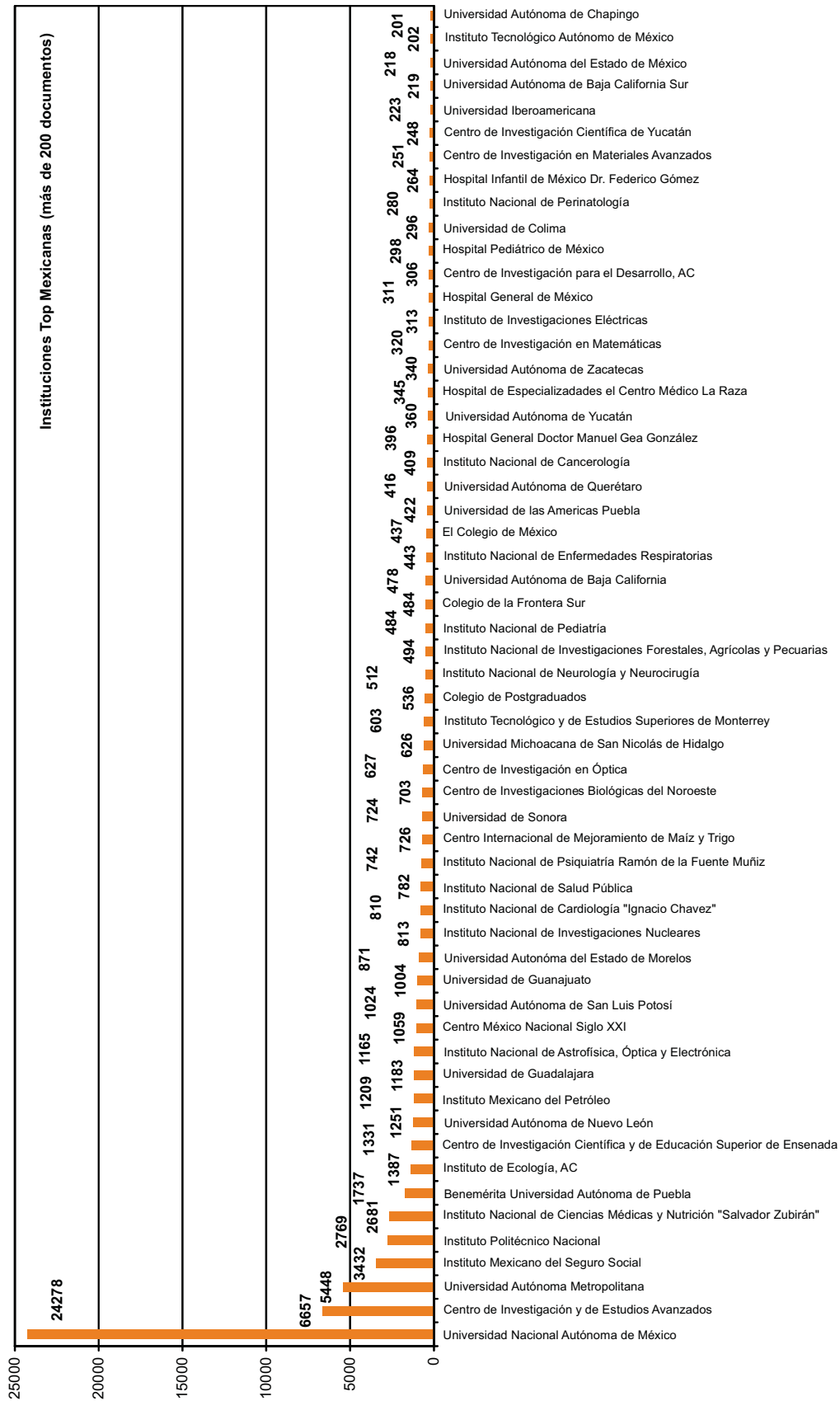


Gráfico 53. Instituciones Top Chile

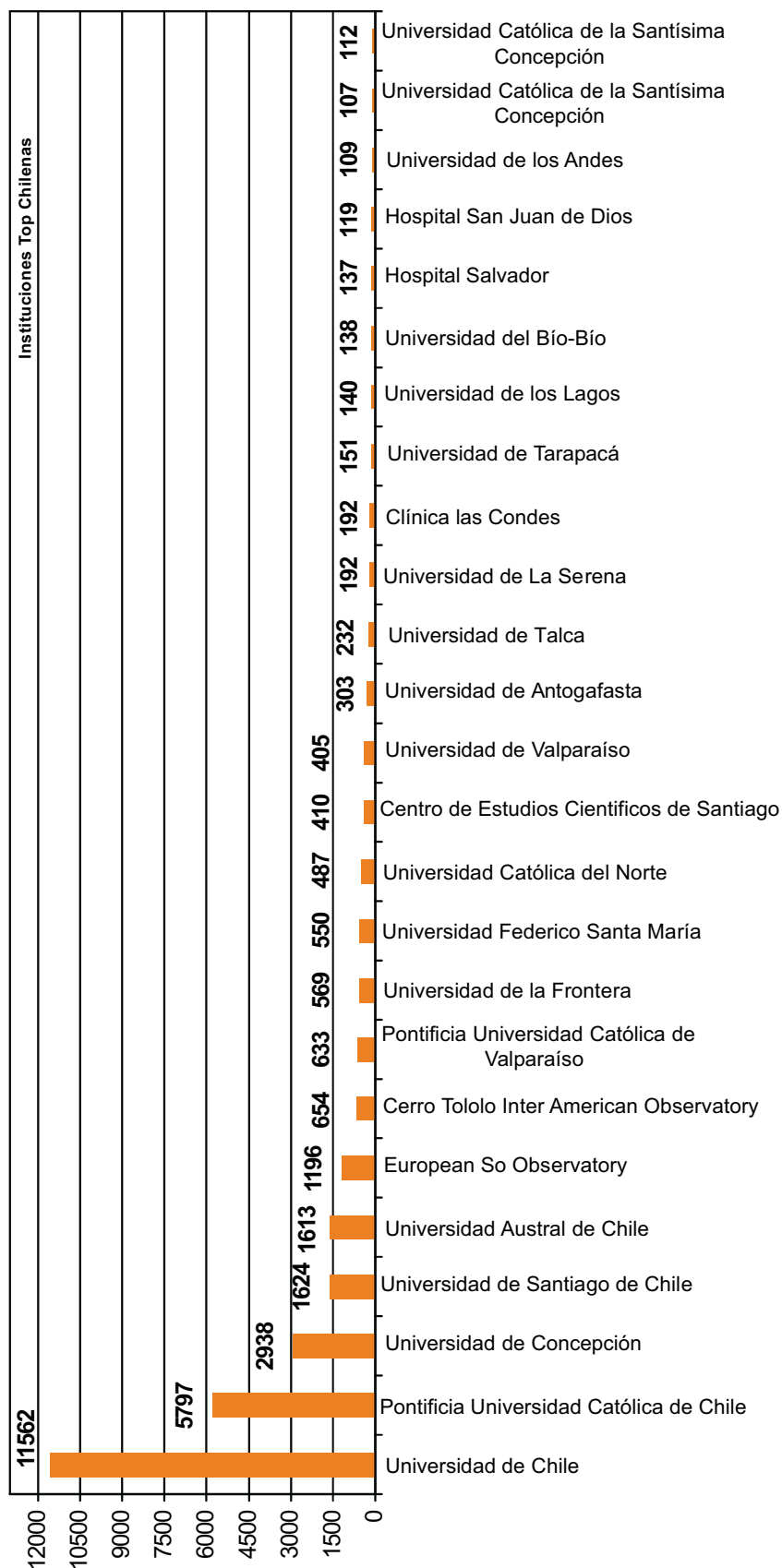


Gráfico 54. Instituciones Top Cuba

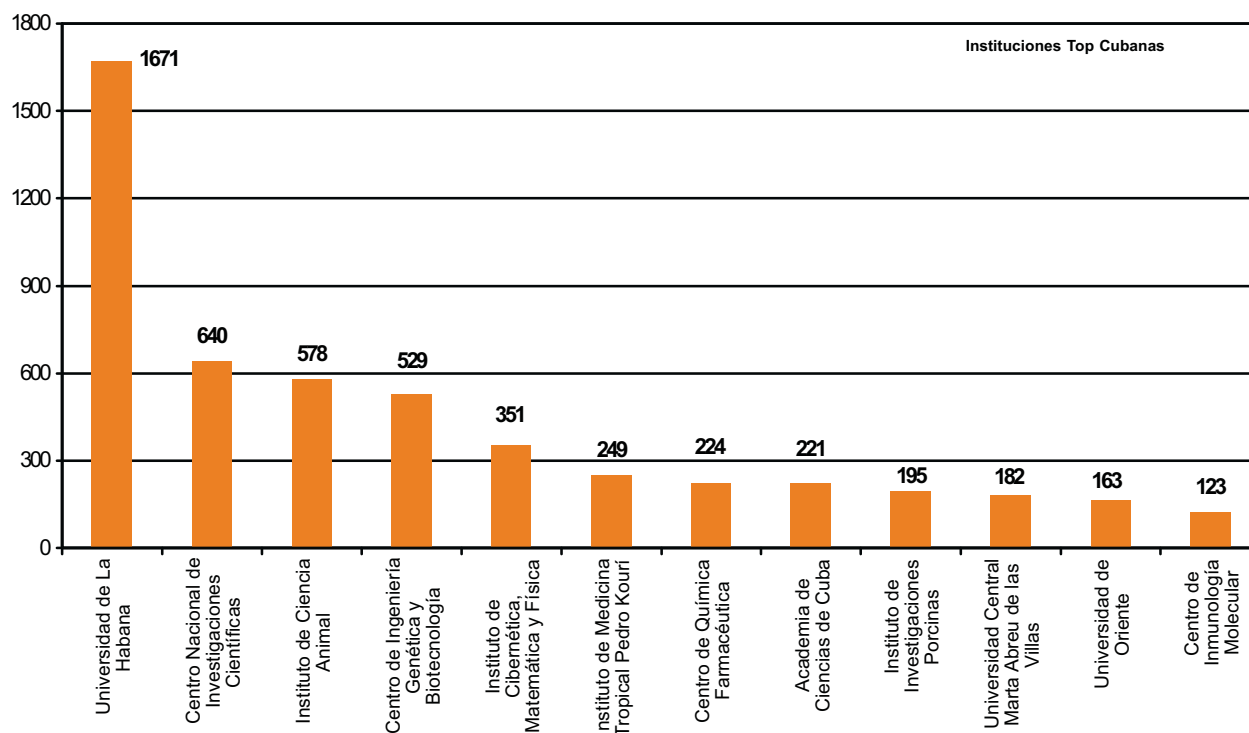


Gráfico 55. Instituciones Top Venezuela

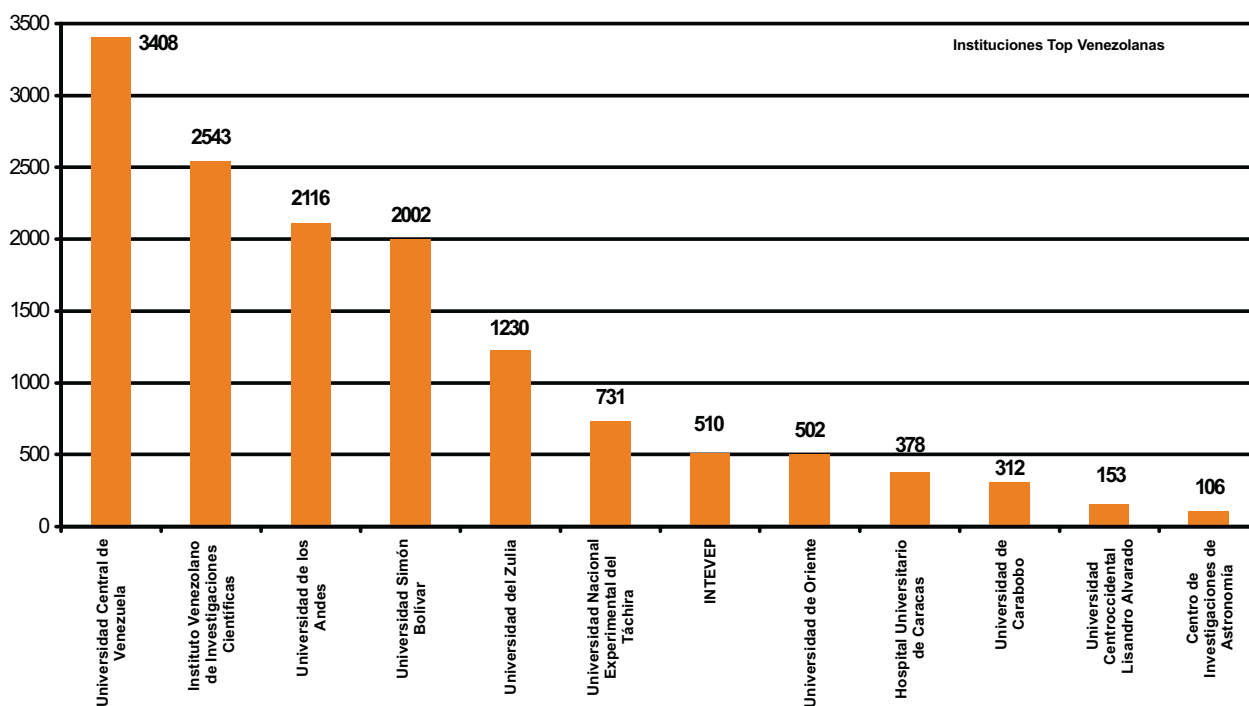
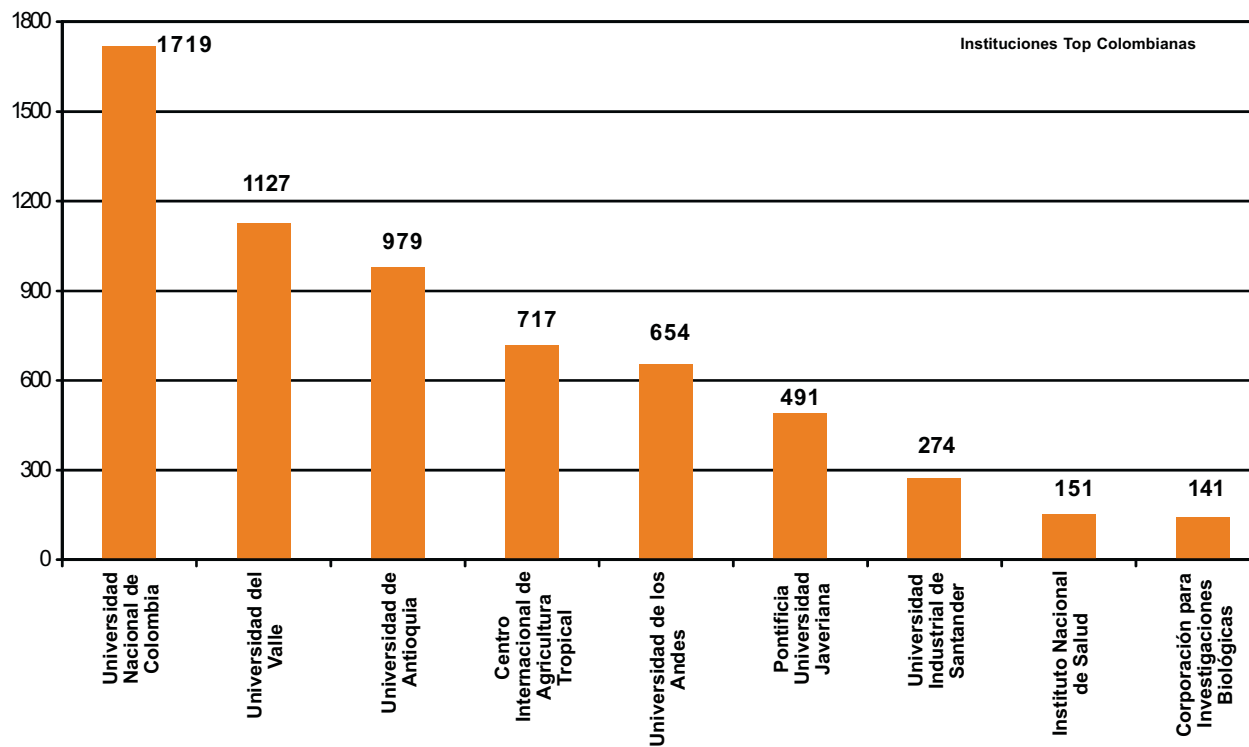


Gráfico 56. Instituciones Top Colombia





## 1.9 Anexo I. Áreas Científicas

### Áreas Científicas. Correspondencia entre Clasificaciones Temáticas

CAMPOS TEMÁTICOS	CLASES ANEP	CATEGORÍAS ISI
AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN	AGRICULTURA	AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY AGRICULTURAL ENGINEERING AGRICULTURE AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY AGRICULTURE, SOIL SCIENCE FORESTRY HORTICULTURE
CIENCIAS BIOLÓGICAS	BIOLOGÍA MOLECULAR, CELULAR Y GENÉTICA	BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY BIOLOGY BIOLOGY, MISCELLANEOUS BIOPHYSICS BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY CELL BIOLOGY DEVELOPMENTAL BIOLOGY GENETICS & HEREDITY MICROBIOLOGY MICROSCOPY ANATOMY & MORPHOLOGY IMMUNOLOGY VIROLOGY
INGENIERÍA MEDICINA		
CIENCIAS BIOLÓGICAS CC. DE LA TIERRA Y MEDIO AMBIENTE	BIOLOGÍA VEGETAL Y ANIMAL, ECOLOGÍA	BIODIVERSITY CONSERVATION ENTOMOLOGY EVOLUTIONARY BIOLOGY MARINE & FRESHWATER BIOLOGY MYCOLOGY ORNITHOLOGY PLANT SCIENCES ZOOLOGY AQUATIC SCIENCES ECOLOGY LIMNOLOGY
AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN FÍSICA Y ASTRONOMÍA INGENIERÍA	CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE MATERIALES	NATURAL RESOURCES FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY CRYSTALLOGRAPHY MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS MATERIALS SCIENCE, CERAMICS MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING POLYMER SCIENCE
QUÍMICA		
CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN	CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN Y TECNOLOGÍA INFORMÁTICA	AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS COMPUTER APPLICATIONS & CYBERNETICS COMPUTER APPLICATIONS, CHEMISTRY & ENGINEERING COMPUTER CRITICAL REVIEWS COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS APPLICATIONS COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS COMPUTER SCIENCES COMPUTER SCIENCES, SPECIAL TOPICS CONTROL THEORY & CYBERNETICS ROBOTICS

CAMPOS TEMÁTICOS	CLASES ANEP	CATEGORÍAS ISI
INGENIERÍA		ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC
CC. DE LA TIERRA Y MEDIO AMBIENTE	CIENCIAS DE LA TIERRA	ENGINEERING, OCEAN
		ENVIRONMENTAL SCIENCES
		GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS
		GEOGRAPHY
		GEOGRAPHY, PHYSICAL
		GEOLOGY
		GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY
		METALLURGY & MINING
		METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES
		MINERALOGY
		OCEANOGRAPHY
		PALEONTOLOGY
		WATER RESOURCES
INGENIERÍA		ENERGY & FUELS
		ENGINEERING, ENVIRONMENTAL
		ENGINEERING, GEOLOGICAL
		ENGINEERING, PETROLEUM
		IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY
		MINING & MINERAL PROCESSING
CC. DE LA TIERRA Y MEDIO AMBIENTE	CIENCIAS SOCIALES	ENVIRONMENTAL STUDIES
CIENCIAS SOCIALES		*SOCIAL SCIENCES
		ANTHROPOLOGY
		AREA STUDIES
		BUSINESS
		COMMUNICATION
		DEMOGRAPHY
		ETHNIC STUDIES
		FAMILY STUDIES
		GERONTOLOGY
		HISTORY OF SOCIAL SCIENCES
		INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR
		INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE
		INTERNATIONAL RELATIONS
		MANAGEMENT
		PLANNING & DEVELOPMENT
		POLITICAL SCIENCE
		PUBLIC ADMINISTRATION
		SOCIAL ISSUES
		SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY
		SOCIAL WORK
		SOCIOLOGY
		WOMEN'S STUDIES
HUMANIDADES		SYSTEMS SCIENCE
CIENCIAS SOCIALES	DERECHO	CRIMINOLOGY & PENOLOGY
		LAW
	ECONOMÍA	BUSINESS, FINANCE
		ECONOMICS
HUMANIDADES	FILOLOGÍA Y FILOSOFÍA	APPLIED LINGUISTICS
		ARTS & HUMANITIES, GENERAL
		ASIAN STUDIES
		CLASSICS
		ETHICS
		HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE
		LANGUAGE & LINGUISTICS
		LITERARY REVIEWS
		LITERARY THEORY & CRITICISM
		LITERATURE
		LITERATURE, AFRICAN, AUSTRALIAN, CANADIAN
		LITERATURE, AMERICAN
		LITERATURE, BRITISH ISLES
		LITERATURE, GERMAN, NETHERLANDIC, SCANDINAVIAN
		LITERATURE, ROMANCE
		LITERATURE, SLAVIC
		PHILOSOPHY
		POETRY
		RELIGION
		THEATER

CAMPOS TEMÁTICOS	CLASES ANEP	CATEGORÍAS ISI
FÍSICA Y ASTRONOMÍA	FÍSICA Y CIENCIAS DEL ESPACIO	ACOUSTICS ASTRONOMY & ASTROPHYSICS OPTICS PHYSICS, APPLIED PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL PHYSICS, CONDENSED MATTER PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS PHYSICS, MATHEMATICAL PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY PHYSICS, NUCLEAR PHYSICS, PARTICLES & FIELDS SPECTROSCOPY THERMODYNAMICS
INGENIERÍA		INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY
CC. BIOLÓGICAS CIENCIAS SOCIALES	FISIOLOGÍA Y FARMACOLOGÍA	REPRODUCTIVE SYSTEMS PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL PHARMACOLOGY & PHARMACY PHYSIOLOGY
MEDICINA		CHEMISTRY, MEDICINAL
QUÍMICA		FISHERIES
AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN	GANADERÍA Y PESCA	VETERINARY SCIENCES
HUMANIDADES	HISTORIA Y ARTE	ARCHAEOLOGY ARCHITECTURE ART DANCE FILM, RADIO, TELEVISION FOLKLORE HISTORY MEDIEVAL & RENAISSANCE STUDIES MUSIC ORIENTAL STUDIES URBAN STUDIES
CIENCIAS SOCIALES INGENIERÍA	INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA	TRANSPORTATION SCIENCE & TECHNOLOGY CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY ENGINEERING, CIVIL TRANSPORTATION
CC. TIERRA Y MEDIO AMBIENTE INGENIERÍA	INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA INGENIERÍA MECÁNICA, NAVAL Y AERONÁUTICA	REMOTE SENSING ENGINEERING ENGINEERING, AEROSPACE ENGINEERING, INDUSTRIAL ENGINEERING, MANUFACTURING ENGINEERING, MARINE ENGINEERING, MECHANICAL MECHANICS
MATEMÁTICAS Y ESTADÍSTICA	MATEMÁTICAS	MATHEMATICAL METHODS, BIOLOGY & MEDICINE MATHEMATICAL METHODS, PHYSICAL SCIENCES MATHEMATICAL METHODS, SOCIAL SCIENCES MATHEMATICS MATHEMATICS, APPLIED MATHEMATICS, GENERAL MATHEMATICS, MISCELLANEOUS MATHEMATICS, PURE OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS STATISTICS & PROBABILITY

CAMPOS TEMÁTICOS	CLASES ANEP	CATEGORÍAS ISI
AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN CC. TIERRA Y MEDIO AMBIENTE CIENCIAS SOCIALES INGENIERÍA MEDICINA	MEDICINA	NUTRITION & DIETETICS BEHAVIORAL SCIENCES SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL ENGINEERING, BIOMEDICAL ALLERGY ANDROLOGY ANESTHESIOLOGY CANCER CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS CLINICAL NEUROLOGY CRITICAL CARE MEDICINE CYTOLOGY & HISTOLOGY DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE ENDOCRINOLOGY & METABOLISM GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY GERIATRICS & GERONTOLOGY HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES HEALTH POLICY & SERVICES HEMATOLOGY INFECTIOUS DISEASES INTEGRATIVE & COMPLEMENTARY MEDICINE MEDICAL ETHICS MEDICAL INFORMATICS MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY MEDICINE, GENERAL & INTERNAL MEDICINE, LEGAL MEDICINE, MISCELLANEOUS MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL NEUROIMAGING NEUROSCIENCES NURSING OBSTETRICS & GYNECOLOGY ONCOLOGY OPHTHALMOLOGY ORTHOPEDICS OTORHINOLARYNGOLOGY PARASITOLOGY PATHOLOGY PEDIATRICS PERIPHERAL VASCULAR DISEASE PSYCHIATRY PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING REHABILITATION RESPIRATORY SYSTEM RHEUMATOLOGY SPORT SCIENCES SURGERY TOXICOLOGY TRANSPLANTATION TROPICAL MEDICINE UROLOGY & NEPHROLOGY
CIENCIAS SOCIALES	PSICOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN	EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH EDUCATION, SPECIAL PSYCHOLOGY PSYCHOLOGY, APPLIED PSYCHOLOGY, CLINICAL PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL PSYCHOLOGY, MULTIDISCIPLINARY PSYCHOLOGY, PSYCHOANALYSIS PSYCHOLOGY, SOCIAL ERGONOMICS SUBSTANCE ABUSE
INGENIERÍA MEDICINA CIENCIAS SOCIALES QUÍMICA	QUÍMICA	EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES CHEMISTRY, ANALYTICAL CHEMISTRY, APPLIED CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY CHEMISTRY, ORGANIC CHEMISTRY, PHYSICAL ELECTROCHEMISTRY
INGENIERÍA	TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA Y DE LAS COMUNICACIONES TECNOLOGÍA QUÍMICA	TELECOMMUNICATIONS ENGINEERING, CHEMICAL MATERIALS SCIENCE, PAPER & WOOD MATERIALS SCIENCE, TEXTILES

## 1.10 Anexo II. Metodología. Indicadores bibliométricos

En este trabajo se calculan un conjunto de indicadores, que se han agrupados en cuatro tipos: cinco describen la situación de los recursos invertidos en I+D; seis describen aspectos cuantitativos; cuatro estiman la calidad e impacto y el resto trabajan la colaboración entre comunidades y en el ámbito internacional. En

la relación de indicadores descrita antes puede verse una síntesis de los utilizados. En seguida ofrecemos una descripción de cada una de las dimensiones analizadas junto con los indicadores agrupados según el tipo de información proporcionada, así como los objetivos que persiguen y el modo de obtención o cálculo.

Tabla 1. Organigrama de indicadores

<b>Indicadores Socioeconómicos</b> Gastos I+D Inversión total en I+D Gasto en %PIB Gasto en porcentaje del PIB Gasto por habitante Inversión total sobre población activa (PA) Personal EJC Número total de personas implicadas en la I+D (equivalentes a jornada completa) Investigadores EJC Número de investigadores EJC		<b>Indicadores para la Dimensión Cualitativa de la Producción Científica</b> PI Potencial Investigador FINP Factor de Impacto Normalizado Ponderado FIR <sub>dominio</sub> FIRE:Factor de Impacto Relativo a España, FIRM: Mundo, FIRS=Sector	
<b>Indicadores para la Dimensión Cuantitativa de la Producción Científica</b> Ndoc; % NDoc N° de documentos de cualquier tipo (Producción Total) y su proporción con respecto al total Ndocc; % NDocc N° de documentos citables – Producción Primaria y su proporción con respecto a la Producción Total TV Tasa de Variación Prod Productividad IET Índice de Esfuerzo temático IER <sub>dominio</sub> Índice de Esfuerzo relativo (con respecto a España, Mundo)		<b>Indicadores para la Dimensión Estructural y de Redes</b> Representaciones NDoc, IER, FIRE y FIRM Multivariadas	
<b>Indicadores para la Dimensión Cualitativa de la Producción Científica</b> PI Potencial Investigador FINP Factor de Impacto Normalizado Ponderado (FINPE: FINP de España; FINPM: del mundo) FIR <sub>dominio</sub> FIRE:Factor de Impacto Relativo a España, FIRM: Mundo, FIRS=Sector		<b>Indicadores para la Dimensión Estructural y de Redes</b> Representaciones NDoc, IER, FIRE y FIRM Multivariadas	
<b>Indicadores para la Dimensión Estructural y de Redes</b> Representaciones NDoc, IER, FIRE y FIRM Multivariadas		<b>Indicadores para la Colaboración Científica</b> % Co Porcentaje del n° de copublicaciones Ndoc-Col Número de documentos en colaboración Tasa de Colaboración Porcentaje de documentos de la institución firmados por dos o más autores de distintas instituciones ASI Índice de coautoría asimétrica %Col-Int Porcentaje del n° de publicaciones internacionales en colaboración	
<b>Indicadores Socioeconómicos</b> Gastos I+D Inversión total en I+D Gasto en %PIB Gasto en porcentaje del PIB Gasto por habitante Inversión total sobre población activa (PEA) Personal EDP Número total de personas implicadas en la I+D Investigadores EDP Número de investigadores EDP		<b>Indicadores para la Dimensión Cuantitativa de la Producción Científica</b> Ndoc; % NDoc N° de documentos de cualquier tipo (Producción Total) y su proporción con respecto al total Ndocc; % NDocc N° de documentos citables – Producción Primaria y su proporción con respecto a la Producción Total TV Tasa de Variación Prod Productividad IET Índice de esfuerzo temático IER <sub>dominio</sub> Índice de esfuerzo relativo (con respecto a España, Mundo)	
<b>Indicadores para la Dimensión Cualitativa de la Producción Científica</b> PI Potencial Investigador FINP Factor de Impacto Normalizado Ponderado FIR <sub>dominio</sub> FIRE:Factor de Impacto Relativo a España, FIRM: Mundo, FIRS=sector		<b>Indicadores para la Dimensión Estructural y de Redes</b> Representaciones NDoc, IER, FIRE y FIRM Multivariadas	
<b>Indicadores para la Colaboración Científica</b> % Co Porcentaje del n° de copublicaciones Tasa de Colaboración Porcentaje de documentos de la institución firmados por dos o más autores de distintas instituciones ASI Índice de coautoría asimétrica %Col-Int Porcentaje del n° de publicaciones internacionales en colaboración		<b>Indicadores para la Colaboración Científica</b> % Co Porcentaje del n° de copublicaciones Tasa de Colaboración Porcentaje de documentos de la institución firmados por dos o más autores de distintas instituciones ASI Índice de coautoría asimétrica %Col-Int Porcentaje del n° de publicaciones internacionales en colaboración	
<b>Indicadores Socioeconómicos</b> Gastos I+D Inversión total en I+D Gasto en %PIB Gasto en porcentaje del PIB Gasto por habitante Inversión total sobre población activa (PEA) Personal EJC Número total de personas implicadas en la I+D (equivalentes a jornada completa) Investigadores EJC Número de investigadores EJC		<b>Indicadores para la Dimensión Cuantitativa de la Producción Científica</b> Ndoc; % NDoc N° de documentos de cualquier tipo (Producción Total) y su proporción con respecto al total Ndocc; % NDocc N° de documentos citables – Producción Primaria y su proporción con respecto a la Producción Total TV Tasa de Variación Prod Productividad IET Índice de Esfuerzo temático IER <sub>dominio</sub> Índice de Esfuerzo relativo (con respecto a España, Mundo)	

### Indicadores Socioeconómicos

Tradicionalmente, se hace una distinción entre los indicadores de inversiones (input) y los de resultados (output) e impacto. Los indicadores de inversiones miden los recursos nacionales dedicados a ciencia y tecnología, además permiten comparar dichos recursos entre países y regiones, y la evolución temporal en un dominio geográfico concreto, es decir, cubren la financiación pública, los gastos en I+D y el personal dedicado a I+D.

En el apartado de los datos sobre financiación pública se tiene en cuenta el gasto público y expresa el esfuerzo relativo realizado por un país para generar nuevo conocimiento, difundir y rentabilizar el existente. El gasto en I+D sólo mide el esfuerzo inversor pero no la eficacia con la que dicho esfuerzo llega a producir nuevo conocimiento.

Entre los indicadores de recursos humanos dedicados a I+D pueden distinguirse dos conceptos: el personal dedicado a I+D y la reserva de personal para I+D, es decir, los recursos reales y los potenciales. Los primeros expresan el número de personas total o parcialmente dedicadas a I+D, en relación con el total de habitantes o de población activa del país. Se distingue entre “investigadores” (científicos o ingenieros) y “otro personal de I+D” (ayudantes, técnicos y personal de apoyo, entre otros). En este trabajo se consideran estas dos categorías.

No se recogen datos sobre indicadores de recursos humanos que son de interés pero que por motivos de disponibilidad es imposible analizar. Estos indicadores son el número de nuevos doctores en relación con el total de la población, el número de jóvenes investigadores trabajando en universidades o centros públicos de investigación en relación con el número total de investigadores, así como el número de mujeres o la proporción de investigadores de otros países y la movilidad de los investigadores.

### Indicadores para la Dimensión Cuantitativa de la Producción Científica

En este apartado de análisis de los aspectos cuantitativos de la producción científica, se ha utilizado un conjunto de indicadores elaborados sobre la base de los recuentos de publicaciones.

Indicador Ndoc: señala el número de documentos de cualquier tipo recogidos en las bases de datos ISI en el que intervenga un autor español. Con este indicador se intenta medir, desde una perspectiva general, el volumen de producción español con visibilidad internacional. En lo referente a los recuentos se presentan distintas filas con la producción real, ya que se producen solapamientos que no son computados en los totales.

**Indicador %Ndoc:** Se trata del  $Ndoc = doc1 + doc2 + \dots + docn$  porcentaje de trabajos respecto al total de documentos diferentes del nivel señalado. Se pretende estimar el grado de participación de una institución, comunidad, disciplina o cualquier otro nivel de agregación, en el conjunto de la producción que se considere. Supone un simple cálculo del porcentaje de un subconjunto en el conjunto general.

$$\%Ndoc_i = \frac{Ndoc_i}{Ndoc} * 100$$

**Indicador TV:** La Tasa de variación nos muestra el aumento cuantitativo productivo en un dominio y en cualquier nivel de agregación con respecto al año anterior. Se trata de la diferencia porcentual del número de trabajos en relación con el total de una producción anterior.

**Indicador Prod:** la productividad es una ratio que mide la relación entre la producción de un determinado dominio y sus recursos humanos. En este caso, se aplica al SECYT y a las CCAA para el periodo de estudio y se presenta su evolución temporal. Este indicador intenta expresar la capacidad productiva del personal dedicado a I+D. Es decir, la proporción que representan los resultados obtenidos respecto a los recursos empleados. En este sentido, será más eficiente cuanto menor sea el costo por unidad de resultados producidos.

Para su cálculo, en este trabajo se tienen en cuenta dos modalidades para el tipo de recursos empleados: el personal a tiempo completo que incluye a investigadores, personal técnico, ayudantes; y los investigadores a tiempo completo<sup>5</sup>. El análisis de la productividad no desciende a niveles de grado académico, género, categoría profesional, etcétera. Se ajusta exclusivamente a personal I+D e investigadores I+D. Por otra parte, en cuanto a los resultados obtenidos, hemos tenido en cuenta por un lado, el número de publicaciones (Ndoc) de cada agregado y por otro lado, el potencial investigador (PI) de cada agregado. El modo de obtención del indicador es:

$$\begin{aligned} Pr od &= \frac{Ndoc}{Npers} & Pr od &= \frac{Ndoc}{Ninv} \\ Pr od &= \frac{PI}{Npers} & Pr od &= \frac{PI}{Ninv} \end{aligned}$$

Lo que se trata de medir es la eficiencia del sistema mediante la comparación entre ciertas magnitudes de salida y las correspondientes de entrada. Es decir, el costo de producción a partir de los recursos humanos (personal I+D, investigadores), el rendimiento económico de los efectivos que entran cada año en el sistema (Maltrás Barba, Bruno, 2003) en términos de publicaciones científicas o de potencial investigador. En este último caso, el indicador además tiene en cuenta la visibilidad de esas publicaciones (Chinchilla y Moya Aneón, en prensa).

**Indicador Índice de Especialización Temática (IET, IER):** refleja la actividad relativa en un área temática determinada mediante el nivel de especialización, entendida como el esfuerzo relativo que cualquier agregado dedica a una disciplina o área temática. Con ello sería posible comparar cantidades de documentos producidos en disciplinas diferentes, ya que se cuantifica de forma relativa el número de documentos producidos en una disciplina concreta para un agregado dentro de un marco general de producción como es el conjunto de la producción autonómica, nacional o mundial. En este estudio se ha aplicado la siguiente formulación para este indicador:

$$IER_{clasetemática} = \frac{Ndoc_{clase1(CCAA, Institución, sector)} / Ndoc_{\sum clase1(CCAA, Institución, sector)}}{Ndoc_{cat1(España, mundo)} / Ndoc_{\sum cat(España, mundo)}}$$

En el texto se hace referencia a este indicador con la sigla IER. Ésta suele aparecer en las representaciones multivariadas en las que se muestran varios ejes de referencia. Representa el índice de

<sup>5</sup> Estos datos los publica periódicamente el Instituto Nacional de Estadística.

especialidad del agregado objeto de estudio en relación por ejemplo a España, mundo y la Unión Europea. También se puede encontrar el lector con las siglas IERE o IERM en el caso de tablas en las que el nivel de especialización o esfuerzo temático de una institución o sector se compara con el nivel de España (IERE) o del mundo (IERM).

### Indicadores para la Dimensión Cualitativa de la Producción Científica

Muchos son los estudios que se han acercado al concepto de calidad en el ámbito de la ciencia y de todos ellos se deduce que la calidad científica se muestra como una dimensión con múltiples aspectos y atributos constitutivos, que pueden tener un mayor o menor protagonismo dependiendo del escenario donde nos encontremos y del objetivo de interés. En este trabajo se entiende por calidad, el impacto medido por el número esperado de citas de un trabajo dependiendo del impacto asignado a la revista. De esta forma, se analiza la repercusión que la difusión del conocimiento científico logra en la comunidad científica en todos los niveles de agregación posibles y cuya unidad de análisis es la cita bibliográfica.

**El Factor de Impacto (FI) del JCR:** se utiliza con el fin de dar un peso específico indicativo a cada uno de los trabajos del conjunto de la producción científica española, un índice de impacto que presenta las siguientes características.

- cada trabajo científico hereda directamente el FI del JCR correspondiente a la revista en el que aparece publicado
- a la hora de asignar el FI correspondiente a cada trabajo, se ha optado por elegir el del mismo año de su publicación y en su defecto el año más cercano y actual
- posteriormente se transforma mediante un procedimiento de normalización que nos permita operar con él en términos comparativos. La elección del FI calculado en el JCR se debe principalmente a su facilidad en la obtención y a que recoge una sólida y abundante tradición en el campo de la evaluación científica demostrada en la abundante literatura sobre la especialidad

A continuación se presenta de manera detallada la modificación del FI-JCR para precisar su significado y modo de obtención.

**Indicador TIF (Factor de Impacto Tipificado):** En este trabajo se realiza una normalización basada en una función de tipificación que ha sido utilizada anteriormente (Braun, Glänzel, y Schubert, 1985a) (Rousseau, 1998) con la finalidad de generar valores de FI que conserven la variabilidad, al tiempo que homogeneicen las escalas de las diferentes categorías. Esta normalización marcan un punto de referencia a la hora de situar la posición del dominio en cuestión, a diferencia de otros cálculos en los que el valor resultante se sitúa en un rango. De modo que el TIF se calcula utilizando la fórmula:

$$tif_{jc} = \frac{ifc_{jc} - \overline{ifc}}{sifc}$$

Siendo  $if$  el FI de una revista  $j$ , en una categoría  $c$ , del JCR y  $tif$  el FI normalizado de una revista  $j$  en una categoría  $c$  del JCR. Los valores resultantes de esta función pueden ser positivos o negativos.

**Indicador FIN (Factor de Impacto Normalizado):** Los valores del TIF permiten hacer comparaciones entre distintas categorías, sin embargo, resulta difícil de entender y utilizar de forma aditiva una calidad negativa. Con ese fin se propone un corrector de escala para el TIF de la siguiente manera:

$$fin_{jc} = m + (TIF_{jc} / k)$$

De modo que  $m$  y  $k$  son dos constantes que se escogen de manera apropiada para los objetivos del trabajo. En nuestro caso hemos utilizado  $m = 1$  y  $k = 3$ . De esta manera nos hemos asegurado que los valores generados:

- Conservan su variabilidad
- Son positivos
- Permiten la comparación entre distintas categorías
- Posibilitan que si un artículo tiene el FI medio de la categoría tiene un valor 1

- Este FI normalizado se asigna a cada uno de los documentos

**Indicador FINP (Factor de Impacto Normalizado Ponderado):** Al comparar los impactos conseguidos por un determinado colectivo con respecto a otro mayor, en una clase temática que incluya varias categorías del JCR diferentes, se pueden producir ciertos desajustes como consecuencia de los distintos pesos que cada categoría tiene en la producción de cada colectivo y de los distintos hábitos de citación en cada categoría. Con el fin de solucionar este problema se utiliza este indicador que se calcula de la siguiente forma:

$$finp = \frac{\sum NDocc * fin}{\sum NDocc}$$

El FINP mide la citación media ponderada esperada para un conjunto de publicaciones de una comunidad o nivel temático de agregación e indica de forma indirecta la posibilidad de una mayor audiencia por parte de la comunidad científica.

**Indicador FIR (Factor de Impacto Relativo):** El impacto medio esperado relativo (FIR) se utiliza para comparar los FINP de distintos dominios. En nuestro estudio se ha aplicado para ver a qué distancia se encuentra cada uno de los sectores, CCAA o de las clases temáticas, en relación con el conjunto nacional y con el mundo. Para ello se ha calculado el FINP correspondiente a los distintos agregados (instituciones, sectores, CCAA, áreas temáticas, etcétera) y se calcula el FIR como el cociente de ambos. De este modo el FIR será:

$$fir_{r(ccaa)} = \frac{fip_{ccaa}}{fip_{españa}}$$

$$fir_{españa} = \frac{fip_{españa}}{fip_{Mundo}}$$

Este indicador tiene como referencia la unidad, de manera que si el valor de impacto que se observa para una comunidad, sector, institución o una clase es igual al del mundo, entonces  $FIR=1$ . Cuando el resultado es igual o superior al valor 1, nos indica que el FINP del agregado en cuestión es igual o superior al conjunto de comparación. Por el contrario si el valor es inferior a la unidad nos indicará que el FINP es menor, es decir, que está por debajo de la media del agregado en cuestión. Dependiendo del marco que se use para comparar, nos encontraremos el indicador en los textos con una letra que identifique el referente. Por ejemplo, si el factor de impacto relativo se calcula con respecto a España, el indicador aparecerá como FIRE, respecto del Mundo, FIRM, respecto de cada Sector Institucional, FIRS, etcétera.



Indicador PI (Potencial Investigador): es un indicador que matiza la información cualitativa con la cantidad de trabajos que se publican en una determinada revista. Trata de relativizar el binomio calidad-cantidad, de manera que a partir del factor de impacto normalizado se pondera el número de trabajos mediante la función:

$$PI = \sum (NDoc * (tif + k))$$

En realidad se trata de un indicador que representa la capacidad demostrada por un agregado, durante un periodo de tiempo, para hacer visibles internacionalmente los resultados de su investigación. Como vemos se calcula a partir de la acumulación de los valores ponderados de los trabajos publicados, teniendo en cuenta el FINP.

Indicador PIC (Potencial Investigador Comparado): Refleja, al igual que el IET, la actividad relativa en un área temática por medio del nivel de especialización, entendida ésta como el esfuerzo relativo que una comunidad o agente dedica a una categoría o clase temática. Cuantifica de forma relativa el potencial de investigación producido en una disciplina concreta por un determinado colectivo con respecto a otro.

Pero en lugar de calcular una simple fracción del tipo “observado respecto esperado” (O/E), pueden calcularse otros indicadores más expresivos: (O-E)/E, cuyo valor, multiplicado por cien, indica el porcentaje que supone el defecto, si es negativo, o el exceso, si es positivo, de lo observado con relación a lo esperado (Maltrás Barba, 2003).

En realidad, este indicador no es más que una tasa de variación que nos da información acerca de la aportación en términos de visibilidad que se produce en cada uno de los agregados. Como ya se ha comentado la fórmula es la siguiente:

$$PIC = ((O-E)/E) * 100$$

Para concluir con este apartado, resta decir que los indicadores de impacto que se utilizan en este trabajo son el impacto normalizado ponderado por el número de documentos (FINP); el impacto medio relativo respecto al sector al que pertenezca una institución (FIRS), al conjunto de la producción española (FIRE) y mundial (FIRM); el potencial investigador (PI) y el potencial investigador comparado (PIC).

Una vez que ya se han determinado las medidas para la producción y el impacto de esa producción, agregaremos más variables al estudio, ya sea por su combinación a la hora de presentar los resultados, o bien, relacionadas con el establecimiento de redes a partir de la colaboración científica. En el próximo apartado, se trata de resaltar la excelencia de cada una de las comunidades en los ámbitos nacional y mundial e identificar los patrones de colaboración de los investigadores españoles.

### Indicadores para la Dimensión Estructural y de Relaciones de la Producción Científica

La obtención de información para elaborar una imagen que muestre la estructura y relaciones producidas de forma consciente por parte de los agentes productores de la literatura científica analizada, así como la establecida en cuanto a contenidos temáticos de las publicaciones, se ha realizado mediante análisis bibliométricos basados en el principio de coocurrencia. Cuando este principio se aplica a los agentes productores, en cualquiera de sus niveles o unidades, nos proporcionará un conjunto de indicadores que

medirán la colaboración; cuando es referido a elementos de la publicación que caractericen de algún modo sus contenidos informativos, hablaremos de indicadores que miden las relaciones estructurales temáticas. En este apartado, los indicadores elaborados para el estudio de la dimensión estructural y relacional han sido los siguientes: representaciones multivariadas e indicadores de colaboración científica.

### Representaciones multivariadas

Dado que los análisis de la producción científica adquieren su valor cuando se hacen comparaciones, en este apartado se trata de situar a cada institución respecto del sector al que pertenece, su comunidad autónoma y respecto de España y del mundo. La posición de cualquier dominio geográfico en el contexto nacional e internacional puede estudiarse desde el punto de vista cuantitativo (producción) y cualitativo (impacto). Por un lado, el número de publicaciones de un país y su contribución al total mundial; por otro, el impacto y la visibilidad de su producción, preferiblemente por disciplinas científicas.

Para el contexto regional uno de los objetivos de las agencias evaluadoras es identificar las zonas más punteras en las disciplinas científicas, es decir, determinar cuáles son las fortalezas y debilidades de cada una de las comunidades, para su posterior fomento o incentivación en el caso de las debilidades, y en el de las fortalezas para su consolidación y proyección internacional. A esto se le denomina excelencia científica y se da por la combinación de indicadores de producción y de visibilidad. En concreto, con el denominado índice de actividad y con el factor de impacto relativo (Bordons, Fernandez y Gómez, 2002).

La expresión de excelencia científica tal y como se pone de manifiesto en una de las comunicaciones que difunde la Comisión de la Comunidad Europea referente al Espacio Europeo de Investigación (Commission of the European Communities, 2000) se utiliza también para hablar de aquellos agentes productores de conocimiento que son capaces de traducir el esfuerzo en investigación y en innovación tecnológica. De hecho, trabajan para desarrollar la cartografía de la excelencia científica en Europa a partir de la cual se pretende identificar las capacidades específicas existentes en Europa, incluidas las menos conocidas o las de menor tamaño. De este modo, se trata de proyectar su visibilidad más allá de sus fronteras mediante la difusión de los resultados de esta excelencia, crear una mayor interconexión entre los diferentes dominios científicos y estimular la movilidad y la transferencia de conocimientos (Comisión de las Comunidades Europeas, 2003).

En nuestro caso, las representaciones multivariadas tratan la combinación de los indicadores descritos hasta ahora: producción, esfuerzo e impacto. Para representar gráficamente la información de estos indicadores se han elaborado gráficos que presentan la posición y evolución de las Comunidades Autónomas respecto de España y del mundo (para 2003, respecto de la Unión Europea); de las instituciones top respecto de la media nacional. En estos gráficos el tamaño de la esfera indica su volumen de producción. En el caso de los gráficos de las instituciones top, el círculo exterior se refiere a la producción total y el interior a la producción en colaboración. Los ejes principales (en negrita) representan España o los sectores, los ejes secundarios (en gris) la situación de España en el ámbito mundial en cada clase temática y los otros, la posición de la media de la Unión Europea (UE-15). Las posiciones de cada esfera determinan la excelencia científica con respecto a



España o el sector y al mundo en términos relativos esfuerzo (x) y de visibilidad (y).

Estas representaciones multivariadas se acompañan de tablas donde se sitúan las categorías que conforman cada clase temática y su posición nacional y mundial, para así poder profundizar aún más en el análisis.

### Indicadores de Colaboración Científica

La colaboración entre los autores es un aspecto importante ya que refleja la tendencia de los grupos de investigación a aumentar la eficiencia de los recursos disponibles, incrementando la cantidad y calidad de los documentos que publican mediante la búsqueda de una colaboración más intensa con otros científicos o grupos de colaboración. Hay trabajos que asocian un mayor índice de coautoría con un mayor impacto y calidad de los trabajos, y con una mayor productividad de los autores, que se confirma –para el caso español– en determinados campos, así como un aumento de ésta cuando publican sus trabajos en las revistas internacionales de mayor prestigio. Por todo ello, los grupos de investigación de la mayoría de las disciplinas científicas tienden a aumentar el número de sus componentes.

Para su análisis se presenta:

- **NDoc:** producción total por número de autores firmantes
- **NDocc:** producción primaria por número de autores firmantes
- **NDoc-Col:** número de documentos en colaboración
- **Tasa de Documentos en Coautoría:** es la proporción de documentos firmados por más de un autor
- **Rango de Autorías:** la distribución absoluta y porcentual según el número de autores firmantes de la producción total en su conjunto y desagregado por clases temáticas.
- **Índice de Coautoría:** el número medio de autores por documento para la producción total y según los Tipos de Colaboración
- **Índice de Visibilidad de la Coautoría:** la aportación en términos de visibilidad según el número de publicaciones en el rango de las autorías. Se calcula a partir de NDocc-Col y de FINP.

### Tipos de Colaboración

En este estudio llamamos documentos sin colaboración o colaboración exclusiva a aquéllos en los que sólo aparece una dirección institucional, independientemente de que sean firmados por uno o más autores de la misma institución, es decir, que no tratamos la colaboración intrainstitucional. Para la colaboración nacional sólo se consideran los documentos producidos en colaboración en el mismo país, entre autores que trabajan en distintas instituciones. Para la colaboración nacional se hace una división y se examina qué parte de esa producción se hace con otras CCAA, a esta forma se le denomina colaboración interregional. Por último, la colaboración internacional agrupa las publicaciones en las que los autores son de al menos dos países distintos.

#### - Tasas de Colaboración Institucional Exclusiva, Interregional, Nacional e Internacional

Aunque en una clase temática se espera una buena correlación entre número de autores/documento y número de instituciones por documentos, la relación entre ambos indicadores varía de unas clases a otras en función del tamaño de los equipos de investigación. La tasa de colaboración es el porcentaje de documentos

firmados por más de una institución. Para todos los tipos de colaboración son porcentajes de documentos firmados por una o más de una institución respecto del total de la producción analizada. Por ejemplo, la colaboración nacional se calcula con el porcentaje de documentos de la institución firmados por dos o más autores de instituciones distintas pero con igual nacionalidad. Para el cálculo de la colaboración internacional se aplica el mismo procedimiento pero con autores de instituciones de distinta nacionalidad, y la colaboración interregional autores que pertenezcan a instituciones de distintas CCAA. Con estos indicadores podemos averiguar los patrones de colaboración de las diferentes categorías temáticas.

- **NDoc-Col:** número de publicaciones en colaboración en cualquier nivel de agregación

- **%NDoc-Col:** porcentaje de publicaciones en colaboración sobre la producción total

- **Índice de Visibilidad según Tipo de Colaboración:** la aportación en términos de visibilidad según el número de publicaciones en el rango de las autorías. Se calcula a partir de NDocc-Col y de FINP

- **Indicador PIC (Potencial Investigador Comparado):** se calcula para todos los tipos de colaboración por años y para un período determinado

- **Indicador %Col-Int:** El número de publicaciones internacionales y su porcentaje con respecto del total de la producción española sirven como indicadores básicos de las relaciones de coautoría internacional y de colaboración científica (Glänzel, 2000; Comisión Europea, 2003b; Comisión Europea, 2003a). En este trabajo se presentan distintos porcentajes para los agentes productores que están relacionados con los siguientes aspectos:

- **%CI-T:** el porcentaje de copublicaciones con los países colaboradores en 2003. Con este indicador se puede ver el incremento o decremento de la producción en el período estudiado y la aparición o desaparición de países colaboradores. (Véase el estudio anterior<sup>6</sup> en el que se muestra información de 1998 y 2002)

- **II:** denominado índice de internacionalización nos da información sobre el mayor o menor grado de participación internacional para el total de la producción española. Este indicador fue propuesto por Frame y Carpenter a finales de los 70 como un indicador básico de la colaboración internacional. Su cálculo de realiza a partir de la siguiente expresión:

$$ii = \frac{ei}{pa} * 100$$

ei= número de enlaces internacionales

pa= producción total española

- **Rango de Col. Internacional - Col. Bilateral, Trilateral y Multilateral:** es la distribución absoluta y porcentual según el número de países firmantes de la producción total en su conjunto y desagregado por clases temáticas. Las copublicaciones analizadas implican la existencia de redes en las que participan grupos de investigación de diferentes países. Es interesante diferenciar las redes según el número de países participantes separando la colaboración científica bilateral de la trilateral y multilateral. Con

<sup>6</sup> Indicadores bibliométricos de la actividad científica española: ISI Web of Science, 1998-2002, ed. FECYT 2003.

el propósito de conocer la amplitud y resultados de estos tipos de colaboración se ha analizado la evolución temporal de las publicaciones según el número de países implicados (Fernandez, Gomez y Sebastian, 1998).

## B. Indicadores Relacionales-Análisis Multivariante y Análisis de Redes Sociales

Puesto que el objetivo de estos indicadores es la representación gráfica y análisis posterior, recurrimos a las técnicas de reducción de la información que brinda la estadística en el campo del análisis multivariante. Estas técnicas permiten simplificar el complejo patrón de asociación entre las variables objeto de estudio y consiste en la proyección de un gran número de dimensiones en un número menor de ellas, de manera que expresen sus diferencias, analogías y agrupaciones de forma visible (Herrero Solana, 2000). En este estudio utilizamos el análisis de cluster y el MDS. Más adelante se explican las medidas relacionadas con el Análisis de Redes Sociales

### B.1. Análisis de Coautoría

- **Número de autores firmantes según Clase Temática:** se pretende con este tipo de representación buscar patrones de comportamiento en la conformación de grupos de investigación dependiendo del campo de investigación estudiado. Para generar esta representación necesitamos obtener los datos sobre el número de autores firmantes de cada documento en cada una de las clases ANEP.

a) suma o recuentos: una vez realizadas las consultas necesarias para contabilizar los autores, el resultado es una matriz asimétrica de 16 por 24. Donde las filas representan los rangos de autorías (16) y las columnas, las clases temáticas (24). Los valores reflejan el grado de asociación (similitud) o disociación (distancia) entre coautorías y clases temáticas. Cada fila de la matriz se puede convertir en un vector, donde A representa las coautorías; el subíndice i el rango de las coautorías; el superíndice n el número de dimensiones, y R las co-ocurrencias en cada clase temática, su representación es:  $A_{in} = (R_{i1}, R_{i2}, \dots, R_{in})$ . Antes de proceder al análisis se equiparan todas las co-ocurrencias a una medida común, ya que una clase que tenga más producción o que sus trabajos tengan un mayor rango de autorías no representa lo mismo que aquella que tenga poca producción con pocos rangos. De manera que el siguiente paso en el proceso es la transformación de la matriz de coautorías en una matriz normalizada, que será utilizada en el análisis multivariante a partir de las técnicas de clustering y de MDS.

b) normalización: antes de la transformación consideramos necesario estandarizar los datos de las variables y a partir de la matriz con los valores estandarizados, se crea una matriz de similitudes Pearson<sup>7</sup>.

c) técnicas de representación gráfica:

A partir de la matriz normalizada, la primera de las técnicas empleadas es el Análisis de Cluster a partir de la cual se genera una gráfica bidimensional, denominada dendograma, que muestra las relaciones que subyacen en la matriz de datos a partir de un árbol de jerarquías entre los elementos basándonos en sus características individuales. El método de clustering utilizado es el agrupamiento completo (complete linkage) o método del vecino más lejano, ya que es la regla de aglomeración que mejor permite la interpretación de las variables en este caso.

La segunda técnica es el Escalamiento Multidimensional (MDS) a partir de la cual identificamos las dimensiones que mejor muestran las similitudes calculando las posiciones de las clases en el espacio reducido y tratando de encontrar aquellas que minimizan la diferencia entre las distancias observadas y las calculadas (Moya Anegón, Contreras y Corrochano, 1998). De esta manera, el mapa representa de forma ajustada la manera en que el conjunto de investigadores de una disciplina forman grupos más o menos numerosos para la publicación de los resultados de investigación. Estas similitudes entre estos grupos en función de las temáticas, se establecen de forma tal que las clases altamente coautoradas aparecerán agrupadas de alguna forma en el espacio. Las clases en las que haya una mayor variedad de rangos de autorías, se ubicarán en el centro de la representación, mientras que aquellos que sólo aparezcan pocos rangos, tenderán a alejarse del centro. Esta relación centro-periferia refleja el comportamiento de los autores al publicar en las distintas clases función de su relación con el resto de los autores.

Comúnmente las representaciones del clustering se complementan con representaciones MDS. La utilización de forma combinada de estas técnicas permite corroborar los resultados obtenidos y asegurar las conclusiones del análisis.

### B.2. Análisis de Colaboración

- **Número de países firmantes según Clase Temática:** se pretende con este tipo de representación buscar patrones de comportamiento en la conformación de redes de países colaboradores dependiendo del campo de investigación estudiado. Para generar esta representación necesitamos obtener los datos sobre el número de países firmantes de cada documento en cada una de las clases ANEP.

a) suma o recuentos: una vez realizadas las consultas necesarias para contabilizar los autores, el resultado es una matriz asimétrica de 16 por 24. Donde las filas representan los rangos de autorías (16) y las columnas, las clases temáticas (24). Los valores reflejan el grado de asociación (similitud) o disociación (distancia) entre coautorías y clases temáticas

a) suma o recuentos: mismo procedimiento que para las coautorías explicado en las líneas precedentes. Creación de matrices a partir de la distribución de documentos por países firmantes (filas) en cada clase temática (columnas)

b) normalización de los datos: mismo procedimiento que el anterior.

c) técnicas de representación gráfica: escalamiento multidimensional y análisis de cluster, algoritmo complete linkage.

### B.3 Análisis de Redes Sociales

Ya se ha dicho que el análisis de los sistemas de ciencia y tecnología no puede hacerse como simple agregación de resultados individuales, debe estudiarse el comportamiento de los actores como producto de su participación en relaciones sociales estructuradas. No se trata solamente de los elementos de un sistema, sino de la forma en la que se posicionan y relacionan todos juntos. Las redes sociales basadas en la interacción son mecanismos de co-

<sup>7</sup> Para trabajos posteriores se contempla la posibilidad de confrontar los resultados obtenidos mediante distintas funciones de similitud.

municación e intercambio de información que crean estructuras de poder. La posición de las CCAA en esa red de relaciones es un elemento central para pensar las oportunidades que tienen de recibir o transmitir flujos de conocimiento al resto de las CCAA. Esta perspectiva es trascendental para los dirigentes de la política científica porque tienen la oportunidad de explotar el potencial que supone la capacidad de distribución y absorción del conocimiento para paliar los limitados recursos de los que dispone el SECYT. El Análisis de Redes Sociales permita la representación formalizada de esas relaciones a partir de información matricial relacional. En el análisis gráfico de redes, los elementos son los vértices y las relaciones son las líneas.

Con esta metodología se presenta información sobre la colaboración interregional, sectorial, institucional e internacional. Respecto de las tres primeras (el número de documentos en colaboración que tiene cada una de las CCAA con las restantes) podemos crear representaciones que permitan determinar la importancia o el peso que tiene en cada una de las CCAA y la diversa propensión a la colaboración o ausencia de ella en el transcurso del tiempo, también permite visualizar el sistema de redes de colaboración interregional en el contexto del SECYT. Así pueden observarse patrones de asociación desde una perspectiva dinámica y en un contexto social, como propone el análisis de dominio, detectando información complementaria a los análisis anteriores.

#### - Indicador de Colaboración Asimétrica

a) suma o recuentos: creación de matrices a partir de las distribuciones de documentos por CCAA firmantes sobre el total de la producción (colaboración interregional). La matriz resultante es una matriz simétrica de 17 por 17 que CCAA que será utilizada para el análisis de redes sociales que se realiza en esta tesis.

b) normalización de los datos: se utilizan diversos índices para la creación de mapas de colaboración que reflejan la topología natural de las variables objeto de estudio. Existe un índice de colaboración simétrica que se aplica a partir de funciones como las de Salton o Jaccard, que se utiliza para reflejar la similitud en términos de publicaciones en colaboración de distintos agentes en cualquier nivel de agregación. Sirve para situar a los agentes en una representación espacial, de manera que la posición que adopten en el mapa intenta reflejar el “orden geográfico natural” (de ahí que también se denomine índice de proximidad), a la vez que dan información sobre la estructura definida por los enlaces de copublicaciones (Arunachalam y Doss, 2000; Schubert y Braun, 1990).

Sin embargo, este indicador siendo útil no refleja la asimetría que pueda existir entre los enlaces. Nos referimos a la posibilidad de que, en nuestro caso, una comunidad autónoma pueda ser un socio muy importante para otra pero que no necesariamente tiene que existir reciprocidad en esa asociación (Glänzel y Schubert, 2001; Zitt, Bassecoulard y Okubo, 2000). Esta es una de las limitaciones del indicador de colaboración simétrica a la que hay que sumar que está fuertemente afectado por el tamaño de los agentes. Para subsanar estas deficiencias, la intensidad bidireccional y la falta de normalización respecto del tamaño de los agentes (Boyack y Börner, 2003), a continuación se presenta una alternativa.

Okubo y Miquel presentan una posible manera de caracterizar la importancia relativa de los enlaces de un país con respecto a otro. Se trata de un índice de coautoría asimétrica que viene dado por:

$$asi = \frac{cop}{co(m-p)} * 100$$

cop = número total de copublicaciones de un país

co (m-p) = número total de copublicaciones del resto de países

Encontramos también la fórmula de esta otra manera. La afinidad científica del país A hacia el país B puede definirse como:

$$AFI(A \rightarrow B) = COOP(A \rightarrow B) * 100 / COOP(A \rightarrow \text{mundo})$$

La afinidad científica del país B hacia el país A puede definirse como:

$$AFI(B \rightarrow A) = COOP(A \rightarrow B) * 100 / COOP(B \rightarrow \text{mundo})$$

En un caso ideal estos dos valores tendrían que ser idénticos, pero esto no es así. Por ejemplo, en el caso de la producción internacional en Química, la ratio de productividad española es de cuatro por ciento y su ratio como colaborador con Francia es superior a 10 por ciento, es decir, Francia muestra una afinidad específica para colaborar con España. En realidad, este índice muestra la atracción o la ausencia de ésta a la hora de colaborar, ya sean países, regiones o instituciones las que se estudien (Glänzel, 2001; Glänzel, 2001). Con vistas a hacer comparaciones de una manera coherente, los autores proponen la utilización de la ratio de los porcentajes de los dos agentes en cuestión. En este trabajo se aplica a las publicaciones en colaboración entre CCAA a lo largo de los años de estudio y en el periodo, así damos una imagen global y dinámica de la estructura de relaciones entre comunidades, del grado de dependencia y de los centros de poder.

c) técnicas de representación gráfica: la generación de mapas para la visualización del dominio científico español en términos de colaboración interregional, la realizamos a partir del uso de redes sociales. La matriz resultante del paso anterior la procesamos por medio del software Pajek y mediante el algoritmo de Kamada-Kawai (Kamada y Kawai, 1989). La red final se exporta a un formato SVG (scalable vector graphics) que permite hacer zoom y desplazamientos en cualquier dirección en la pantalla. Este procedimiento ha sido minuciosamente detallado en un reciente trabajo publicado en Scientometrics (Moya Anegón, Vargas Que-sada, Herrero Solana, y otros, 2004).

#### - Principales Países Participantes según Clase Temática. Mapa de Vecinos

El objetivo de esta representación es mostrar las relaciones de España con otros países, con cuáles de ellos se relaciona más, en qué medida y cómo repercuten estas relaciones en términos de visibilidad según los distintos tipos de colaboración. Para ello se ha creado una red egocéntrica o en forma de estrella para cada una de las clases temáticas en las que España colabora internacionalmente. La representación ocupa al máximo el espacio disponible y la principal característica de este tipo de mapas es que están formados por un nodo central (España) y el resto de nodos (países colaboradores) orbitan con una mayor o menor distancia, dependiendo de la intensidad de sus relaciones.

a) suma o recuentos: creación de lista de vecinos a partir del número de documentos en colaboración de España con cada país según la clase temática. Para cada clase, el número de países colaboradores (vecinos) varía de manera que podemos encontramos

una lista con 123 países en el caso de la Medicina o de 56 en el caso de la Ingeniería Civil, por ejemplo.

b1) normalización de los datos de producción (tamaño de la esfera): Puesto que sería imposible mostrar de manera inteligible todos los países, realizamos un proceso de poda. Comúnmente se utiliza el MST (minimum spanning tree) o PFNET (pathfinder network). Descartamos el MST porque pensamos que dada la variedad en los hábitos de publicación según las disciplinas, tendríamos algún criterio que respetase este aspecto y no tener que realizar una poda aleatoria en cada una de las clases. También descartamos la poda mediante PFNET porque –como afirma White– este algoritmo poda todos los paths, excepto aquellos que tienen el grado más alto de co-ocurrencias, por lo que el número de relaciones o coincidencias sería reducido (White, 2003). Para este caso utilizamos como umbral el porcentaje de colaboración de cada país respecto de la producción total. Este criterio ya se ha utilizado en trabajos anteriores por Small (Small y Garfield, 1985). De esta manera se representan aquellos países cuya aportación al total nacional sea superior a uno por ciento. Así nuestro umbral es variable y se establece por la propia idiosincrasia de los hábitos de colaboración en distintas clases temáticas. Aproximadamente el porcentaje de documentos que quedan excluidos en este umbral varía entre e 10 y 15 por ciento, según la clase en cuestión.

b2) normalización de los datos de impacto (enlaces): El siguiente paso consiste en determinar cómo representamos el im-

pacto en función de su relación más o menos beneficiosa en términos de visibilidad. Para ello a los valores del indicador FINP se le aplica la siguiente función con el objetivo de normalizar las escalas en el mapa:

$$Z_j = X_j - 1 / X_{nac} - 1$$

$X_j$  = es el FINP para las publicaciones en colaboración con el país (j) en una clase temática

$X_{nac}$  = es el FINP de España

c) técnicas de representación gráfica: a partir de estos datos, para obtener la representación de la red recurrimos de nuevo al algoritmo Kamada-Kawai y dibujamos la red teniendo en cuenta la similaridad, de esta forma el grosor de las relaciones es siempre el mismo pero su longitud varía. La longitud es inversamente proporcional a la visibilidad. Así se puede detectar rápidamente qué países son los están más cercanos a España y por tanto, son aquéllos con los que más impacto obtiene. Para poder comparar cómo de beneficiosa puede ser la asociación con un país determinado en cada clase temática, se representan en forma de círculos concéntricos los valores del impacto nacional dependiendo del tipo de colaboración. Así podemos establecer los principales socios tanto en producción como en visibilidad y compararlos con las medias de impacto en colaboración internacional, nacional y sin colaboración.

## 1.11 Anexo III. Tratamiento de los datos

### 1. Estructura de los datos

La fuente original de datos para elaborar los indicadores bibliométricos ha sido el Web of Science, un producto del Institute for Scientific Information (ISI) en el que están disponibles las versiones Expanded de las bases de datos Science Citation Index (SCI), Social Science Citation Index (SSCI) y Arts & Humanities (A&H).

Las bases de datos del ISI recogen direcciones, por lo que puede conocerse la nacionalidad de los autores. En ocasiones, la dirección del destinatario de la correspondencia está repetida, es decir, el país al que pertenece el autor aparece dos veces, especialmente en periodos temporales anteriores a los que se recogen en este trabajo, eso hace necesario la búsqueda de la dirección en campos, para no dejar documentos sin recuperar.

Tras la captura de los datos se construye un sistema de bases de datos con toda la información integrada y de forma relacionada que permite operar, de modo sencillo, flexible y rápido, con los distintos análisis de indicadores bibliométricos. Para la construcción de las bases de datos se ha utilizado un *software ad-hoc* desarrollado específicamente para las cargas, modelado y tratamiento de información procedente de las bases de datos del ISI.

Concretamente, el primer grupo de bases de datos está constituido por el conjunto de publicaciones que denominamos fuentes, es decir, el conjunto de toda la producción científica publicada por autores españoles, correspondiente al periodo analizado. Para cada publicación se ha obtenido y tratado la siguiente información ofrecida por el ISI: autores, dirección del lugar de trabajo, título de la publicación, información sobre la fuente de datos (título de revista, año de publicación, volumen y número y páginas de inicio y final, tipo de publicación), así como las referencias bibliográficas citadas en cada publicación. Las referencias bibliográficas pueden hacer mención tanto a trabajos que ya estén en la base de datos de publicaciones fuente, como a otros que no lo estén y que se constituyen como referencias externas. Las últimas pueden ser otros registros de las bases de datos ISI que no han sido cargados, como registros que nunca han formado parte de las bases del ISI.

A esta base de datos se le añadió toda la información bibliométrica correspondiente a las revistas científicas procesadas por el ISI durante el periodo 1998-2003. Esta información fue extraída desde la base de datos JCR (versiones SCI y SSCI). La información capturada para cada una de las revistas fue la siguiente: datos de identificación bibliográfica, número de trabajos publicados por años, categorías temáticas a las que pertenecen e índice de impacto por años. Con esta información se ha configurado el referente comparativo internacional, ya que se ha obtenido el número total de publicaciones agregadas cronológicamente y temáticamente en el ámbito mundial para el periodo analizado.

Para describir y analizar el esfuerzo nacional en actividades de I+D, es decir, el input del sistema español de ciencia y tecnología se han obtenido los datos sobre indicadores socioeconómicos de diversas fuentes: el Instituto Nacional de Estadística (INE), la

Unión Europea y la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología.

### 2. Niveles de agregación

Para la clasificación de los datos bibliográficos se han considerado las siguientes variables: temporal, temática, geográfica y sectorial. La elección de estas variables se propone por la necesidad de definir niveles de agregación o acumulación de datos que permitan comparaciones relevantes entre las distintas regiones en el ámbito español, al mismo tiempo que puedan entrelazarse entre sí con la finalidad de ser más explicativas.

#### 2.1. Distribución temporal

El periodo cronológico analizado va de 1995 a 2003. Para incluir cada trabajo se ha tomado como referencia el año de publicación del número de la revista en la que aparece el trabajo. Esta información es propia de la referencia bibliográfica y permite temporalizar los análisis bibliométricos.

#### 2.2. Distribución temática

Para el conjunto de publicaciones se ha aplicado la clasificación de las revistas ofrecida por el JCR. Una vez determinada la categoría o categorías de una revista, todos los documentos publicados por esa revista se consideran pertenecientes a esa disciplina temática.

En esta clasificación pueden existir solapamientos (una misma revista puede estar asignada hasta en cuatro categorías diferentes) y dinámica (pueden variar con el tiempo los campos científicos, el conjunto de revistas incluidas en cada campo y la adscripción temática de cada revista). El número total de categorías de esta clasificación durante el periodo 1995-2003 ha sido de 264 categorías. Por otra parte, el carácter dinámico de la clasificación puede producir crecimientos y disminuciones falsos de la producción científica, si se considera un campo aisladamente. El método que se ha desarrollado consiste en establecer la correspondencia de cada categoría del ISI con un área temática más amplia de otra clasificación más adecuada a los niveles de estudio propuestos.

Se utiliza la adscripción de esas categorías a la clasificación de grandes áreas temáticas actualmente vigente en la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP). Esta clasificación la forman 24 grandes áreas pertenecientes del mismo nivel. Dado que en la clasificación están incluidas las ciencias multidisciplinarias se ha optado por extraer dicha categoría de este estudio al asignar los documentos de la misma a otras categorías a partir del método del análisis de citas. De manera que aquellas categorías que son más citadas en los documentos de multidisciplinary sciences, heredan automáticamente los documentos en cuestión. De este modo, no se distorsiona el grupo de indicadores que hemos calculado debido a la alta tasa de citación de los artículos de revistas de la categoría multidisciplinaria. Por otro lado, se ha tomado la clasificación que se utiliza en el Tercer Informe sobre Ciencia de la Unión Europea. Desarrollada por el CWTS, agrupa la producción científica en 11

grandes grupos temáticos. En el Anexo I: Áreas Científicas, se muestra una tabla con las categorías ISI y su correspondencia con las Clases ANEP y los grandes grupos temáticos.

### 2.3. Distribución geográfica

Esta división corresponde a las 17 comunidades autónomas. Ceuta y Melilla, con una veintena de trabajos, se han incluido en la comunidad autónoma andaluza.

### 2.4. Distribución por Sectores e Instituciones

En este apartado se analiza la distribución de la producción por sectores institucionales estructurados en 8 bloques:

- “Administración” (Admón): cualquier organismo público estatal, autonómico o local independientemente de las universidades y hospitales.
- “Centros Mixtos” (CM): centros de investigación con doble adscripción institucional, Universidad-CSIC; Administración-Universidad.
- “CSIC” (CSIC): centros de investigación dependientes del CSIC.
- “Empresa” (Emp): Empresas privadas.
- “OPI” (OPI): Organismos públicos de investigación sin con-

tar los centros del CSIC, los centros mixtos y aquéllos que tengan perfil sanitario

- “Otros” (Otros): organismos e instituciones que no pueden considerarse como parte de ninguno de los otros sectores.
- “Sistema Sanitario” (SS): instituciones y centros de carácter público y privado que están relacionados con el sistema público de salud.
- “Universidad” (Univ): todas las universidades y centros de educación superior situados en España.

Para realizar el análisis sectorial se consideran los sectores institucionales de los documentos producidos por centros españoles. Por tanto, para aquellos documentos donde exista colaboración de organizaciones de distintas comunidades autónomas también se considera la producción de sus sectores. Por ejemplo, si una universidad gallega firma un documento con un hospital de Madrid, este documento se asignará a los sectores “Universidad” y “Sistema Sanitario”, independientemente de la comunidad autónoma en la que esté ubicado el centro. Por otra parte, para realizar el análisis institucional se han seleccionado las instituciones más productivas y que más colaboran de cada sector debido a que el número de instituciones que conforman cada sector haría difícil el análisis e interpretación de los datos. A este conjunto de instituciones por cada sector se le ha denominado “Instituciones Top del Sector”.